Benutzerhandbuch

Tektronix

Digitalspeicher-Oszilloskop der Serie TDS1000 und TDS2000

071-1067-00

Dieses Dokument unterstützt Firmware der Version 1.00 und höher.

www.tektronix.com

Copyright © Tektronix Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete US- und Auslandspatente geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

Tektronix Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077, USA

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Warenzeichen der Tektronix, Inc.

GARANTIEHINWEIS
(Digitalspeicher-Oszilloskop der Serie TDS1000 und TDS2000)

Tektronix leistet auf Produkte aus eigener Fertigung und eigenem Vertrieb Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von drei (3) Jahren ab Datum der Auslieferung von einem Tektronix-Vertragshändler. Falls sich ein Produkt oder eine Röhre innerhalb dieser Frist als mangelhaft erweist, übernimmt Tektronix die Reparatur oder leistet Ersatz gemäß der Angabe in der vollständigen Garantieerklärung.

Zur Inanspruchnahme unseres Kundendienstes oder zur Übersendung der vollständigen Garantieerklärung bitten wir um Anforderung beim nächstgelegenen Tektronix Verkaufs- und Kundendienstbüro.

AUSSERHALB DER ANGABEN IN DIESEM HINWEIS ODER IN DER ENTSPRECHENDEN GARANTIEERKLÄRUNG ÜBERNIMMT TEKTRONIX KEINERLEI DIREKTE ODER INDIREKTE GARANTIE JEGLICHER ART, DAZU GEHÖREN, JEDOCH NICHT AUSSCHLIESSLICH, IMPLIZITE GARANTIEN ZUR VERTRIEBSFÄHIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. TEKTRONIX HAFTET KEINESFALLS FÜR INDIREKTE, BESONDERE ODER NACHFOLGENDE SCHÄDEN.

GARANTIEHINWEIS
(Tastkopf P2200)

Tektronix garantiert, daß die von ihr hergestellten und verkauften Produkte für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Versanddatum keine Material- und Qualitätsfehler aufweisen. Falls sich ein Produkt innerhalb dieser Frist als mangelhaft erweist, übernimmt Tektronix die Reparatur oder leistet Ersatz gemäß der Angabe in der vollständigen Garantieerklärung.

Zur Inanspruchnahme unseres Kundendienstes oder zur Übersendung der vollständigen Garantieerklärung bitten wir um Anforderung beim nächstgelegenen Tektronix Verkaufs- und Kundendienstbüro.

AUSSERHALB DER ANGABEN IN DIESEM HINWEIS ODER IN DER ENTSPRECHENDEN GARANTIEERKLÄRUNG ÜBERNIMMT TEKTRONIX KEINERLEI DIREKTE ODER INDIREKTE GARANTIE JEGLICHER ART, DAZU GEHÖREN, JEDOCH NICHT AUSSCHLIESSLICH, IMPLIZITE GARANTIEN ZUR VERTRIEBSFÄHIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. TEKTRONIX HAFTET KEINESFALLS FÜR INDIREKTE, BESONDERE ODER NACHFOLGENDE SCHÄDEN.

Inhalt

Allgemeine Sicherheitshinweise . . . . . **v**

Vorwort . . . . . **vii**
Hilfesystem ix
Konventionen xi
Vorgehensweise bei Produkt-Auslauf xii
Tektronix-Kontaktinformationen xiii

Erste Schritte **1**
Allgemeine Funktionen 2
Installation 4
Netzkabel 4
Sicherheitsschlaufe 4
Funktionsprüfung 5
Tastkopfsicherheit 6
Assistent zur Tastkopfüberprüfung 7
Manuelle Tastkopfkompensation 8
Tastkopfabschwächungseinstellung 9
Selbstkalibrierung 10

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen **11**
Einstellung des Oszilloskops 12
Die Funktion Auto-Setup 12
Speichern einer Einstellung 12
Abrufen einer Einstellung 12
Grundeinstellung 13
Triggerung 13
Quelle 14
Arten 15
Modi 15
Kopplung 15
Position 16
Flanke und Pegel 16

Signalerfassung 17
Erfassungsmodi 17
Zeitbasis 18
Skalierung und Positionierung von Signalen 18
Vertikalskala und Position 18
Horizontalskala und Position; Vortrigger-Informationen . . 19
Durchführen von Messungen 24
Raster 24
Cursor 25
Automatische Messungen 25

Bedienungsgrundlagen 27
Anzeigebereich 28
Bereich für Hinweise 31
Verwendung des Menüsystems 32
Vertikale Bedienelemente 34
Horizontale Bedienelemente 35
Trigger-Steuerungen 36
Menü- und Steuerungstasten 38
Anschlüsse 39

Anwendungsbeispiele 41
Durchführen einfacher Messungen 42
Verwendung von Auto-Setup 42
Durchführen von automatischen Messungen 43
Messung zweier Signale 46
Durchführen von Cursor-Messungen 48
Messung der Schwingungsfrequenz 48
Messung der Schwingungsamplitude 49
Messung der Impulsbreite 50
Messung der Anstiegszeit 51
Analyse von Signaldetails 54
Analyse von Störsignalen 54
Trennung eines Signals vom Störrauschen 55
Erfassung eines Einzelschuß-Signals 56
Optimieren der Erfassung 57
Messung der Laufzeitverzögerung 58

Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite 60
Triggerung auf ein Video-Signal 62
Triggerung auf Video-Halbbilder 63
Triggerung auf Videozeilen 64
Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails 66
Analyse eines differenzierten Kommunikationssignals 68
Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk 70

Referenz 73
Erfassung 74
Auto-Setup 79
Sinussignal 81
Rechtecksignal oder Impuls 82
Videosignal 83
Cursor 84
Grundeinstellung 85
Display 86
Hilfe 89
Horizontal 90
Math 93
Messung 94
Drucken 96
Tastkopfüberprüfung 96
Speichern/Abrufen 97
Trigger-Steuerungen 99
Dienstprogramm 110
Vertikal 112

Math-FFT 115
Einstellung des Zeitbereichssignals 116
Anzeige des FFT-Spektrums 118
Auswahl eines FFT-Fensters 120
Vergrößerung und Messung eines FFT-Spektrums. 124
Messung eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn 126

Kommunikationsmodul TDS2CMA 127
Ein- und Ausbau des Erweiterungsmoduls 127
Überprüfen des Moduleinbaus 130
Fehlerbehebung bei der Modulinstallation 130
Übertragen der Bildschirmdaten an ein externes Gerät 131
Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle 134
Übertragung von Binärdaten 141
Ausgabe von RS-232 E/A-Fehlern 141
Einrichten und Überprüfen der GPIB-Schnittstelle 143
Befehlseingabe 150
Anhang A: Spezifikationen 151
Anhang B: Zubehör 169
Anhang C: Hinweise zur allgemeinen Pflege und Reinigung 173
Anhang D: Grundeinstellung 175
Anhang E: GPIB- und RS-232-Schnittstelle 179
Index 181

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten. Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zertifizierte Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüfleitungen an, während diese in Betrieb sind.

Erden Sie das Produkt. Das Gerät ist über den Netzkabelschutzleiter geerdet. Zur Verhinderung eines Stromschlags muß der Schutzleiter mit der Stromnetzerdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, daß eine geeignete Erdung besteht, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Schließen Sie den Tastkopf ordnungsgemäß an. Der Erdungsleiter des Tastkopfs liegt auf Erdpotential. Schließen Sie den Erdungsleiter nicht an eine höhere Spannung an.

Prüfen Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Um Feuer oder einen Stromschlag zu vermeiden, prüfen Sie alle Angaben und Hinweise auf diesem Produkt. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Schließen Sie die Abdeckungen. Bedienen Sie dieses Produkt nicht, wenn die Abdeckungen entfernt sind.

Verwenden Sie die richtige Sicherung. Verwenden Sie nur die Sicherung des für dieses Produkt angegebenen Typs.

Vermeiden Sie offenliegende Kabel. Berühren Sie keine offenliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn der Strom eingeschaltet ist.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Lassen Sie dieses Produkt von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen, wenn Sie vermuten, daß es beschädigt ist.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen zur Installation des Produkts mit ordnungsgemäßer Kühlung finden Sie im Handbuch.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in explosionsgefährdeter Atmosphäre betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sicherheitsrelevante Begriffe und Symbole

Begriffe in diesem Handbuch. Die folgenden Begriffe werden in diesem Handbuch verwendet:

WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*

VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Begriffe auf dem Produkt. Die folgenden Begriffe befinden sich unter Umständen auf dem Produkt:

DANGER weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.

WARNING weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.

CAUTION weist auf eine Gefahr für das Produkt hin.

Symbole auf dem Produkt. Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:

Schutzleiteranschluß (Erde)

Erdungsklemme Messung

VORSICHT Lesen Sie im Handbuch nach

Eingangsanschluß Messung

Vom Stromnetz getrennt (Strom) AUS

An das Stromnetz angeschlossen (Strom) AN

Vorwort

Dieses Handbuch erläutert die Bedienung der Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000. Das Handbuch besteht aus folgenden Kapiteln:

- Das Kapitel *Erste Schritte* enthält eine kurze Beschreibung der Oszilloskopfunktionen sowie Hinweise zur Installation.
- Das Kapitel *Funktionsweise des Oszilloskops* erläutert die grundlegende Bedienung und Funktionsweise des Oszilloskops: Einstellen des Oszilloskops, Triggern, Datenerfassung, Skalieren und Positionieren von Signalen sowie die Durchführung von Messungen.
- The Das Kapitel *Bedienungsgrundlagen* beinhaltet das Bedienungsprinzip des Gerätes.
- Das Kapitel *Anwendungsbeispiele* enthält Beispiele für eine Vielzahl unterschiedlicher Messungen, die als Anregung zur Lösung eigener Meßaufgaben dienen sollen.
- Im Kapitel *Referenz* werden die Auswahloptionen bzw. die für jede Option verfügbaren Werte beschrieben.

- Das Kapitel *Math-FFT* umfaßt ausführliche Informationen zur Verwendung der Math-FFT-Funktion.
- Im Kapitel *Kommunikationsmodul TDS2CMA* wird dieses optionale Modul und die Einstellung der RS-232-, GPIB- und Centronics-Schnittstelle erläutert, über die das Oszilloskop an Peripheriegeräte wie Drucker und PCs angeschlossen werden kann.
- Der *Anhang A: Spezifikationen* beinhaltet elektrische, umgebungsbedingte und physikalische Spezifikationen für das Oszilloskop sowie Zertifizierungen und Konformitätserklärungen.
- Der *Anhang B: Zubehör* enthält eine kurze Erläuterung des standardmäßigen sowie optionalen Zubehörs.
- Der *Anhang C: Hinweise zur allgemeinen Pflege und Reinigung* beschreibt die Wartung und Pflege des Oszilloskops.
- Der *Anhang D: Grundeinstellung* beinhaltet eine Liste der Menüs und Bedienelemente mit Grundeinstellungen (Werkseinstellungen), die durch Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG auf der Oszilloskop-Frontplatte abgerufen werden.
- Der *Anhang E: GPIB- und RS-232-Schnittstellen* vergleicht die beiden Protokolle miteinander und dient als Entscheidungshilfe bei der Auswahl der richtigen Schnittstelle.

Hilfesystem

Das Oszilloskop verfügt über ein Hilfesystem, in dem alle Oszilloskopfunktionen behandelt werden. Sie können das Hilfesystem zur Anzeige mehrerer Arten von Informationen verwenden:

- Allgemeine Informationen über Grundlagen und Verwendung des Oszilloskops, z.B. Verwendung des Menüsystems.
- Informationen über bestimmte Menüs und Bedienelemente wie beispielsweise die vertikale Positionseinstellung.
- Hinweise zu Problemen, die bei der Verwendung eines Oszilloskops gegebenenfalls auftreten, z.B. Verringerung von Störrauschen.

Die gesuchten Informationen können Sie auf drei Arten im Hilfesystem finden: Über die kontextsensitive Hilfe, über Hyperlinks und über den Index.

Kontextsensitive Hilfe

Wenn die HILFE-Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, werden Informationen über das zuletzt auf dem Bildschirm angezeigte Menü aufgerufen. Die DURCH HILFE SCROLLEN-LED unter dem Drehknopf HORIZONTAL POSITION leuchtet, um auf die alternative Funktion dieses Knopfs hinzuweisen. Umfaßt das Hilfethema mehr als eine Seite, gelangen Sie durch Drehen des Knopfes DURCH HILFE SCROLLEN zu den nächsten Seiten dieses Hilfethemas.

Hyperlinks

Die meisten Hilfethemen enthalten Begriffe in spitzen Klammern, z.B. <Auto-Setup>. Sie sind mit anderen Themen verlinkt. Drehen Sie den Knopf DURCH HILFE SCROLLEN, um von einem so markierten Link zum nächsten zu gelangen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das entsprechende Hilfethema zu dem markierten Link anzuzeigen. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder zum vorherigen Thema zurückzugelangen.

Index

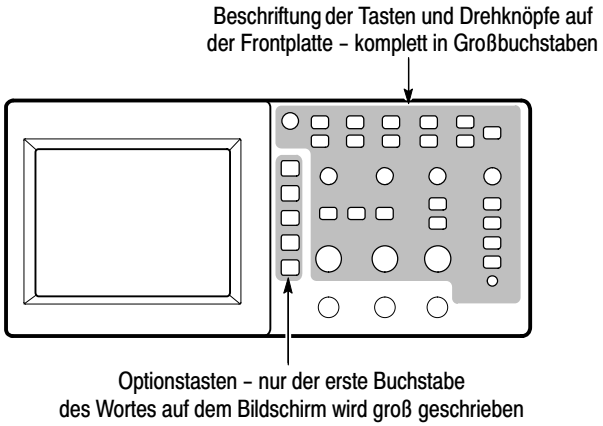
Drücken Sie zuerst die Taste HILFE auf der Frontplatte und anschließend die Optionstaste Index. Drücken Sie die Optionstaste Seite abwärts bzw. Seite aufwärts solange, bis Sie die Indexseite mit dem gesuchten Hilfethema gefunden haben. Drehen Sie den Knopf DURCH HILFE SCROLLEN, um ein Hilfethema auszuwählen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das Hilfethema anzuzeigen.

HINWEIS. *Wenn der Hilfetext vom Bildschirm verschwinden soll und Sie wieder in die Signalanzeige zurückgelangen möchten, drücken Sie die Optionstaste Beenden oder eine beliebige Taste.*

Konventionen

In diesem Handbuch werden die folgenden Konventionen verwendet:

- Die Tasten, Drehknöpfe und Anschlüsse auf der Frontplatte des Oszilloskops werden komplett in Großbuchstaben geschrieben. Beispiel: HILFE, DRUCKEN.
- Bei Menüoptionen wird nur der Anfangsbuchstabe groß geschrieben. Beispiel: Spitzenwerterfassung, Zoombereich.



HINWEIS. *Die Optionstasten können auch als Bildschirmtasten, Seitenmenü-Tasten, Rahmentasten oder Schaltflächen bezeichnet werden.*

- Durch das Begrenzungszeichen ▶ wird eine Tastendruckfolge in einzelne Schritte unterteilt. Beispiel: DIENSTPGM ▶ Optionen ▶ RS-232 bedeutet, zuerst wird die Taste DIENSTPGM gedrückt, anschließend die Optionstaste Optionen und zuletzt die Optionstaste RS-232.

Vorgehensweise bei Produkt-Auslauf

Quecksilberhaltige Geräteteile. Die Kaltkathodenstrahlröhre in der LCD-Hintergrundbeleuchtung enthält Spuren von Quecksilber. Wenn Sie das Meßinstrument entsorgen wollen, müssen Sie die in Ihrem Land geltenden gesetzlichen Vorschriften zur Entsorgung von Quecksilber beachten oder das Oszilloskop an die Tektronix Recycling-Abteilung (RAMS) einschicken. Die Lieferanschrift der Recycling-Abteilung sowie Hinweise zum Vorgehen erfahren Sie bei Tektronix.

Tektronix-Kontaktinformationen

Telefonnummer	1-800-833-9200*
Anschrift	Tektronix Inc. Abteilung oder Name (sofern bekannt) 14200 SW Karl Braun Drive P.O. Box 500 Beaverton, OR 97077 USA
Website	www.tektronix.com
Vertriebs-Support	1-800-833-9200, Option 1 auswählen*
Service-Support	1-800-833-9200, Option 2 auswählen*
Technischer Support	E-Mail: techsupport@tektronix.com 1-800-833-9200, Option 3 auswählen* 6.00 – 17.00 Uhr Pazifische Zeitzone

*** Diese Rufnummer ist nur in Nordamerika gebührenfrei. Außerhalb der Bürostunden können Sie eine Nachricht auf dem Anrufbeantworter hinterlassen.**
Außerhalb Nordamerikas wenden Sie sich bitte an ein Tektronix Verkaufsbüro oder einen unserer Distributoren. Eine Liste der Büros finden Sie auf der Tektronix Website.

Erste Schritte

Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000 sind kleine, handliche und leichte Tischgeräte, die zur Durchführung von massebezogenen Messungen eingesetzt werden.

Dieses Kapitel erläutert allgemeine Gerätefunktionen sowie die Ausführung der folgenden Aufgaben:

- Installation des Gerätes
- Durchführung eines kurzen Funktionstests
- Ausführung einer Tastkopfüberprüfung und Tastkopfkompensation
- Einstellen des Tastkopfabschwächungsfaktors
- Verwendung des Selbstkalibrierungsprogramms

***HINWEIS**. Beim Einschalten des Oszilloskops können Sie eine Sprache auswählen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden soll. Sie können auch zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Taste DIENSTPGM und dann die Sprachoptionstaste drücken, um eine Sprache auszuwählen.*

Allgemeine Funktionen

Die folgende Tabelle und Aufzählung umfaßt die allgemeinen Funktionen.

Modell	Kanäle	Band-breite	Abtastrate	Display
TDS1002	2	60 MHz	1,0 GS/s	Monochrom
TDS1012	2	100 MHz	1,0 GS/s	Monochrom
TDS2002	2	60 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2012	2	100 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2014	4	100 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2022	2	200 MHz	2,0 GS/s	Farbe
TDS2024	4	200 MHz	2,0 GS/s	Farbe

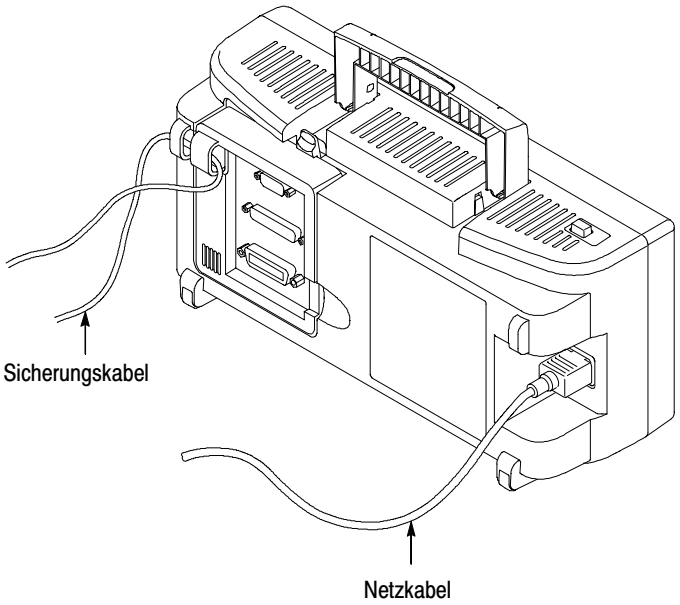
- Kontextsensitives Hilfesystem
- Farb- oder monochromes LCD-Display
- Auswählbare Bandbreitenbegrenzung 20 MHz
- Aufzeichnungslänge von 2500 Punkten für jeden Kanal
- Auto-Setup-Menü
- Assistent zur Tastkopfüberprüfung
- Cursor mit Meßwertanzeigen
- Triggerfrequenz-Anzeige
- Elf automatische Messungen
- Mittelwert und Spitzenwerterfassung

- Zweifachzeitbasis
- Mathematik Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Impulsbreiten-Triggerfunktion
- Video-Triggerfunktion mit Zeilenauswahl beim Triggern
- Externer Trigger
- Einstellen und Speichern von Signalen
- Anzeige mit variablem Nachleuchten
- RS-232-, GPIB- und Centronics-Schnittstellen mit dem optionalen Kommunikationserweiterungsmodul TDS2CMA
- Benutzeroberfläche in zehn verschiedenen Sprachen

Installation

Netzkabel

Verwenden Sie nur Netzkabel, die für das Oszilloskop bestimmt sind. Verwenden Sie eine Stromversorgung mit 90 bis 264 VAC_{eff} und 45 bis 66 Hz. Falls Sie eine Stromversorgung mit 400 Hz nutzen, muß diese 90 bis 132 VAC_{eff} und 360 bis 440 Hz bereitstellen. Eine Liste der verfügbaren Netzkabel finden Sie auf Seite 171.

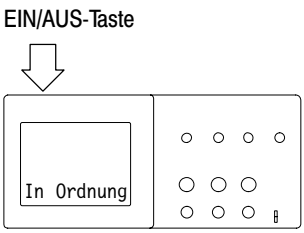


Sicherheitsschlaufe

Verwenden Sie die eingebauten Kabelkanäle, um das Oszilloskop und Erweiterungsmodul am Platz zu sichern.

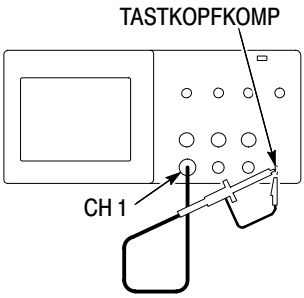
Funktionsprüfung

Führen Sie diesen schnellen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob Ihr Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.



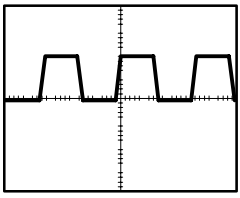
1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.

Warten Sie, bis das Gerät anzeigt, daß sämtliche Einschalttests in Ordnung waren. Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG. Die standardmäßige Tastkopf-abschwächungseinstellung beträgt 10-fach.



2. Stellen Sie den Schalter auf dem P2200-Tastkopf auf 10-fach und schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Hierzu richten Sie den Steckplatz des Tastkopfsteckers am Gegenstück des BNC-Steckers von CH 1 aus, stecken ihn ein und drehen ihn nach rechts, bis er einrastet.

Schließen Sie die Tastkopfspitze und Referenzleitung an die TASTKOPFKOMP-Anschlüsse an.

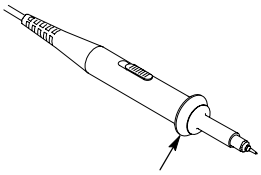


3. Drücken Sie auf die Taste AUTO-SETUP. Innerhalb weniger Sekunden erscheint ein Rechtecksignal mit 5 V Spitze-zu-Spitze und 1 kHz auf der Anzeige.

Drücken Sie die Taste CH 1 MENÜ zweimal, um Kanal 1 zu entfernen. Drücken Sie die Taste CH 2 MENÜ, um Kanal 2 anzuzeigen, und wiederholen Sie Schritt 2 und 3. Bei Oszilloskopen mit 4 Kanälen wiederholen Sie das ganze für CH 3 und CH 4.

Tastkopfsicherheit

Ein Schutz um das Tastkopfgehäuse herum schützt vor Stromschlag.



WARNUNG. *Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Tastkopfgehäuseschutz.*

Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, berühren Sie keine Metallteile des Tastkopfs, wenn der Tastkopf in Betrieb ist.

Schließen Sie den Tastkopf an das Oszilloskop und die Erdungsklemme an die Erdung an, bevor Sie Messungen vornehmen.

Assistent zur Tastkopfüberprüfung

Mithilfe des Assistenten zur Tastkopfüberprüfung können Sie schnell und einfach überprüfen, ob Ihr Tastkopf ordnungsgemäß funktioniert. Dieser Assistent ist auch zum Einstellen der Tastkopfkompensation (wird normalerweise mit einer Schraube am Tastkopf oder Tastkopfanschluß eingestellt) und des Tastkopfabschwächungsfaktors im vertikalen Menü (z.B. dem Menü, das durch Drücken der Taste CH 1 MENÜ aufgerufen wird) hilfreich.

Die Tastkopfüberprüfung sollte jedesmal durchgeführt werden, wenn Sie einen Tastkopf an einen Eingangskanal anschließen.

Zum Aufrufen des Assistenten zur Tastkopfüberprüfungs drücken Sie die Taste TASTKOPFÜBERPRÜFUNG. Wenn der Tastkopf richtig angeschlossen und kompensiert wurde und im Oszilloskopmenü VERTIKAL der richtige Tastkopf eingestellt wurde, erscheint am unteren Bildschirmrand die Meldung „in Ordnung“. Andernfalls werden Hinweise zur Behebung des Problems angezeigt.

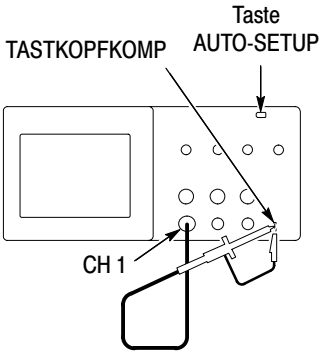
***HINWEIS**. Die Tastkopfüberprüfung empfiehlt sich bei 1-fach-, 10-fach- und 100-fach-Tastköpfen, funktioniert jedoch nicht am EXT TRIG-BNC-Stecker auf der Frontplatte.*

So gehen Sie vor, um einen an den EXT TRIG-BNC-Stecker auf der Frontplatte angeschlossenen Tastkopf zu kompensieren:

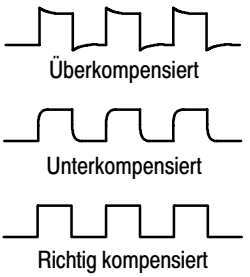
1. Schließen Sie den Tastkopf an einen beliebigen Kanal-BNC-Stecker an, z.B. an CH 1.
2. Drücken Sie die Taste TASTKOPFÜBERPRÜFUNG und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
3. Nachdem Sie sich davon überzeugt haben, daß der Tastkopf ordnungsgemäß funktioniert und kompensiert wurde, schließen Sie ihn an den EXT TRIG-BNC-Stecker an.

Manuelle Tastkopfkompensation

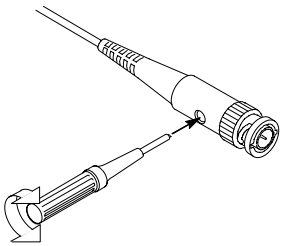
Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung können Sie diese Einstellung auch manuell vornehmen, um den Tastkopf mit dem Eingangskanal abzugleichen.



1. Stellen Sie die Tastkopfabschwächung im Kanalmenü auf 10-fach. Stellen Sie den Schalter auf dem Tastkopf P2200 ebenfalls auf 10-fach und schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Wenn Sie die Tastkopf-Hakenspitze verwenden, stellen Sie einen ordnungsgemäßen Anschluß sicher, indem Sie die Spitze fest auf den Tastkopf stecken.
2. Schließen Sie die Tastkopfspitze an den ~5V-TASTKOPFKOMP-Stecker und die Referenzleitung an den TASTKOPFKOMP-Erdungsanschluß an. Lassen Sie sich den Kanal anzeigen und drücken Sie anschließend die Taste AUTO-SETUP.



3. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals.



4. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung.

   Wiederholen Sie die oben beschriebenen Vorgänge, falls erforderlich.

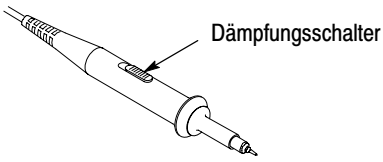
Tastkopfabschwächungseinstellung

Tastköpfe sind mit unterschiedlichen Abschwächungsfaktoren verfügbar, die sich auf die Vertikalskala des Signals auswirken. Anhand der Tastkopfüberprüfungsfunktion läßt sich feststellen, ob die Tastkopfabschwächungsoption zur Abschwächung des Tastkopfes paßt.

Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung können Sie auch eine Taste im vertikalen Menü drücken (z.B. CH 1 MENÜ) und die Tastkopfoption auswählen, die zum Abschwächungsfaktor des verwendeten Tastkopfes paßt.

***HINWEIS**. Die Standardeinstellung der Tastkopfoption ist 10-fach.*

Stellen Sie sicher, daß der Dämpfungsschalter auf dem P2200-Tastkopf zur Tastkopfoption des Oszilloskopes paßt. Die Schaltereinstellungen lauten 1X und 10X.



***HINWEIS**. Wird der Dämpfungsschalter auf 1-fach gestellt, begrenzt der P2200-Tastkopf die Oszilloskopbandbreite auf 6 MHz. Um die volle Bandbreite des Oszilloskops zu verwenden, stellen Sie sicher, daß der Schalter auf 10-fach gestellt ist.*

Selbstkalibrierung

Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie den Signalpfad des Oszilloskops für eine maximale Meßgenauigkeit optimieren. Sie können die Routine jederzeit ausführen. Sie sollten sie jedoch immer dann ausführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5° C oder mehr geändert hat.

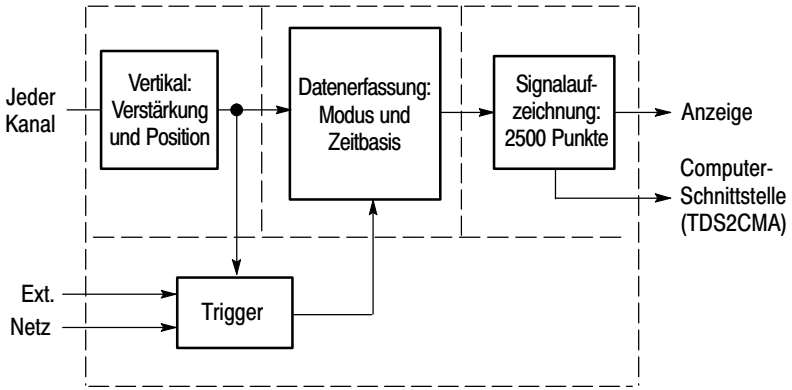
Zum Kompensieren des Signalpfades ziehen Sie sämtliche Tastköpfe oder Kabel von den Eingangssteckern auf der Frontplatte ab. Danach drücken Sie die Taste DIENSTPGM., wählen die Option Selbst-Kalibr. aus und folgen den Anweisungen auf dem Bildschirm.

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

In diesem Kapitel geht es um Grundlagen, die Sie vor der Verwendung eines Oszilloskops kennen sollten. Zur effizienten Bedienung des Oszilloskops müssen Sie sich mit den folgenden Oszilloskopfunktionen vertraut machen:

- Einstellung des Oszilloskops
- Triggerung
- Signalerfassung
- Skalierung und Positionierung von Signalen
- Messung von Signalen

Die Abbildung unten zeigt ein Blockschaltbild der verschiedenen Oszilloskopfunktionen und deren Bezug zueinander.



Einstellung des Oszilloskops

Machen Sie sich zunächst mit den drei Funktionen vertraut, die Sie bei der Bedienung des Oszilloskops sicherlich am häufigsten brauchen: Auto-Setup, Speichern und Abrufen einer Einstellung.

Die Funktion Auto-Setup

Die Funktion Auto-Setup wird verwendet, um ein stabiles Signal anzuzeigen. Hierbei werden die vertikale und horizontale Skalierung sowie die Trigger automatisch eingestellt. Beim Auto-Setup werden je nach Signalart auch einige automatische Messungen im Rasterbereich angezeigt.

Speichern einer Einstellung

Die aktuelle Einstellung wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes fünf Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Im Menü SPEICHERN/ABRUFEN können Sie bis zu zehn verschiedene Setups dauerhaft abspeichern.

Abrufen einer Einstellung

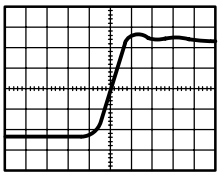
Das Oszilloskop kann die letzte Einstellung vor dem Ausschalten, jede beliebige gespeicherte Einstellung oder die Grundeinstellung abrufen. Siehe Seite 175.

Grundeinstellung

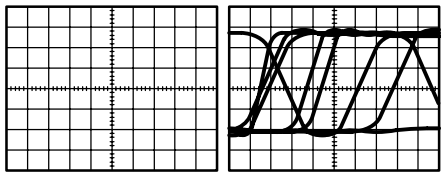
Bei der Lieferung ab Werk ist das Oszilloskop auf normalen Betrieb eingestellt. Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung. Zum Abrufen dieser Einstellung drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG. Hinweise zur Anzeige der Grundeinstellungen finden Sie in *Anhang D. Grundeinstellung*.

Triggerung

Über den Trigger wird festgelegt, wann das Oszilloskop mit der Datenerfassung und Signalanzeige beginnt. Bei richtiger Einstellung des Triggers wandelt das Oszilloskop instabile Anzeigen oder leere Bildschirme in sinnvolle Signale um.



Getriggerte Signale



Ungetriggerte Signale

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 36 im Kapitel *Bedienungsgrundlagen* und auf Seite 99 im Kapitel *Referenz.*

Wenn Sie die Taste RUN/STOP oder EINZELFOLGE drücken, um die Erfassung zu starten, geschieht auf dem Oszilloskop folgendes:

1. Es werden genügend Daten erfaßt, um den Teil der Signalaufzeichnung links vom Triggerpunkt auszufüllen. Dies wird auch als Vortrigger bezeichnet.
2. Es werden fortlaufend Daten erfaßt, während das Oszilloskop auf das Auftreten der Triggerbedingung wartet.
3. Die Triggerbedingung wird erkannt.
4. Es werden weiterhin Daten erfaßt, bis die Signalaufzeichnung abgeschlossen ist.
5. Das neu erfaßte Signal wird angezeigt.

***HINWEIS**. Beim Flankentrigger und Impulstrigger zählt das Oszilloskop die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.*

Quelle

Die Option Trigger-Quelle wird benutzt, um das Signal auszuwählen, das das Oszilloskop als Trigger verwendet. Die Quelle kann ein beliebiges Signal sein, das über den Kanal-BNC-Stecker, über den EXT TRIG-BNC-Stecker oder über das Leistungsnetz eingespeist wird (nur bei Flankentriggern verfügbar).

Arten

Das Oszilloskop verfügt über drei Trigger-Arten: Flanke, Video und Impulsbreite.

Modi

Sie können einen Trigger-Modus auswählen, um festzulegen, wie das Oszilloskop Daten erfassen soll, wenn es keine Triggerbedingung erkennt. Die Trigger-Modi Auto und Normal stehen zur Wahl.

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste EINZELFOLGE.

Kopplung

Mit der Option Trigger-Kopplung können Sie bestimmen, welcher Signalteil zur Triggerschaltung geleitet werden soll. Auf diese Weise läßt sich das Signal stabiler anzeigen.

Zur Verwendung der Trigger-Kopplung drücken Sie die Taste TRIG MENÜ und wählen einen Flanken- oder Impulstrigger sowie eine Kopplungsoption aus.

***HINWEIS**. Die Trigger-Kopplung betrifft nur das Signal, das ins Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.*

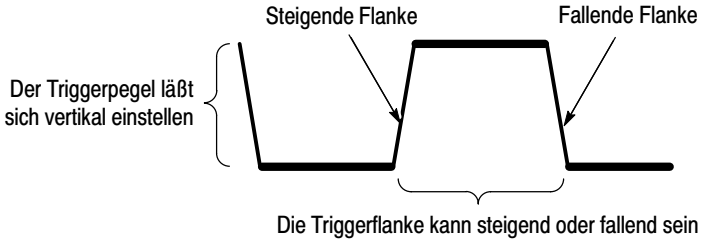
Um das konditionierte Signal anzuzeigen, das zur Triggerschaltung geleitet wird, halten Sie die Taste TRIG VIEW gedrückt.

Position

Durch Einstellung der horizontalen Position wird die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte festgesetzt. Nähere Informationen über diese Einstellung zur Trigger-Positionierung finden Sie unter *Horizontalskala und Position; Vortrigger-Informationen* auf Seite 19.

Flanke und Pegel

Die Bedienelemente Flanke und Pegel helfen bei der Trigger-Definition. Mit der Option Flanke (nur bei Flankentriggern verfügbar) wird festgelegt, ob der Triggerpunkt auf der steigenden oder abfallenden Flanke liegen soll. Über den Drehknopf TRIGGERPEGEL wird eingestellt, wo der Triggerpunkt auf der Flanke erscheint.



Signalerfassung

Bei der Signalerfassung wird das Signal vom Oszilloskop digitalisiert und als Kurvenzug angezeigt. Im Erfassungsmodus ist festgelegt, auf welche Weise das Signal digitalisiert wird. Die Einstellung der Zeitbasis beeinflußt die Zeitdauer und Detailgenauigkeit der Erfassung.

Erfassungsmodi

Es gibt drei Erfassungsmodi: Sample (Abtasten), Pk Detect (Spitzenwert) und Mittelwert.

Abtasten (Sample). Bei diesem Erfassungsmodus wird das Signal vom Oszilloskop in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet und als Kurvenzug dargestellt. In diesem Modus werden Signale meistens sehr präzise wiedergegeben.

In diesem Modus werden jedoch keine schnellen Signalschwankungen erfaßt, die zwischen den einzelnen Abtastungen auftreten können. Dies kann zu Aliasing führen (nähere Erläuterungen siehe Seite 20), so daß schmale Impulse möglicherweise nicht vom Oszilloskop erfaßt werden. In diesem Fall sollten Sie den Spitzenwerterfassungsmodus zur Erfassung der Daten verwenden.

Spitzenwerterfassung. Bei diesem Erfassungsmodus zeichnet das Oszilloskop die höchsten und niedrigsten Werte des Eingangssignals in jedem Abtastintervall auf und stellt sie als Kurvenzug dar. Auf diese Weise kann das Oszilloskop schmale Impulse erfassen und anzeigen, die im Abtastmodus womöglich gar nicht entdeckt worden wären. Störrauschen tritt in diesem Modus stärker in Erscheinung.

Mittelwert. In diesem Modus erfaßt das Oszilloskop mehrere Signale, bildet daraus einen Mittelwert und zeigt das daraus resultierende Signal an. In diesem Modus läßt sich unkorreliertes Rauschen reduzieren.

Zeitbasis

Das Oszilloskop digitalisiert Signale, indem es den Wert eines Eingangssignals an einzelnen Punkten erfaßt. Anhand der Zeitbasis läßt sich festlegen, wie oft die Werte digitalisiert werden.

Zur Einstellung der Zeitbasis auf eine für Ihre Zwecke geeignete Horizontalskala verwenden Sie den Drehknopf SEC/DIV.

Skalierung und Positionierung von Signalen

Sie können die Anzeige von Signalen ändern, indem Sie deren Skalierung und Position ändern. Wenn Sie die Skalierung ändern, wird das Signal größer oder kleiner angezeigt. Wenn Sie die Position ändern, wird das Signal nach oben, unten, rechts oder links verschoben.

Anhand der Kanalreferenzanzeige im linken Teil des Rasters wird jedes Signal auf der Anzeige identifiziert. Die Anzeige zeigt auf die Masse der Signalaufzeichnung.

Zur Ansicht des Anzeigebereichs und der Meßwerte siehe Seite 28.

Vertikalskala und Position

Sie können die vertikale Position von Signalen ändern, indem Sie die Signale in der Anzeige nach oben oder unten verschieben. Zum Datenvergleich können zwei Signale oberhalb voneinander bzw. übereinander dargestellt werden.

Sie können die Vertikalskala eines Signals verändern. Dabei wird die Signalanzeige in bezug auf die Masse geschrumpft bzw. gedehnt.

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 34 im Kapitel *Bedienungsgrundlagen* und auf Seite 112 im Kapitel *Referenz*.

Horizontalskala und Position; Vortrigger-Informationen

Über den Drehknopf HORIZONTAL POSITION läßt sich einstellen, ob Signaldaten vor oder nach dem Trigger bzw. irgendwo dazwischen angezeigt werden. Wenn Sie die horizontale Position eines Signals ändern, ändern Sie eigentlich die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte. (Dadurch erscheint das Signal auf der Anzeige nach rechts oder links verschoben.)

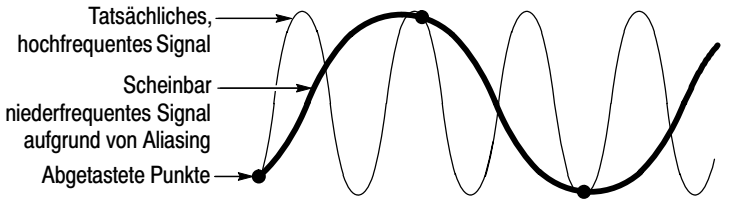
Beispiel: Sie wollen die Ursache für einen Glitch in Ihrem Prüfaufbau ermitteln. Hierzu könnten Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Anschließend analysieren Sie die Vortrigger-Daten und kommen den Ursachen für den Glitch so womöglich auf die Spur.

Durch Drehen des SEC/DIV-Knopfes ändern Sie die Horizontalskala aller Signale. Beispiel: Sie wollen nur einen einzigen Zyklus eines Signals anzeigen, um das Überschwingen auf der steigenden Flanke zu messen.

Das Oszilloskop zeigt die Horizontalskala als Zeit pro Skalenteil in der Skalenanzeige an. Da alle aktiven Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop nur einen Wert für alle aktiven Kanäle an, es sei denn, Sie verwenden den Zoombereich. Für Informationen zur Verwendung der Fensterfunktion siehe Seite 92.

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 35 im Kapitel *Bedienungsgrundlagen* und auf Seite 90 im Kapitel *Referenz*.

Zeitbereichs-Aliasing. Aliasing tritt dann auf, wenn das Oszilloskop das Signal nicht schnell genug abtastet, um eine genaue Signalaufzeichnung darzustellen. In diesem Fall zeigt das Oszilloskop ein Signal mit einer niedrigeren Frequenz an als das tatsächliche Eingangssignal oder stellt trotz Triggerung ein instabiles Signal dar.



Das Oszilloskop stellt Signale präzise dar, wird jedoch durch die Bandbreite des Tastkopfs, die Bandbreite des Oszilloskops sowie die Abtastrate eingeschränkt. Zur Vermeidung von Aliasing muß das Oszilloskop das Signal mehr als doppelt so schnell abtasten wie die höchste Frequenzkomponente des Signals.

Die höchste Frequenz, die die Oszilloskop-Abtastrate theoretisch darstellen kann, wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Die Abtastrate wird als Nyquist-Rate bezeichnet und beträgt das Doppelte der Nyquist-Frequenz.

Oszilloskope mit 60 bzw. 100 MHz Bandbreite verfügen über eine Abtastrate von bis zu 1 GS/s. Oszilloskop-Modelle mit 200 MHz Bandbreite erfassen Signale mit bis zu 2 GS/s. In beiden Fällen betragen diese maximalen Abtastraten mindestens das Zehnfache der Bandbreite. Dank dieser hohen Abtastraten wird die Möglichkeit für Aliasing deutlich verringert.

Es gibt verschiedene Verfahren, um Aliasing zu erkennen:

- Drehen Sie den Knopf SEC/DIV, um die Horizontalskala zu verändern. Wenn die Signalform sich drastisch verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wählen Sie den Spitzenwerterfassungsmodus aus (eine Beschreibung finden Sie auf Seite 17). Bei diesem Modus werden die höchsten und niedrigsten Werte erfaßt, so daß das Oszilloskop schnellere Signale erkennen kann. Wenn die Signalform sich drastisch verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wenn die Triggerfrequenz höher ist als die Daten auf der Anzeige, liegt womöglich Aliasing oder ein Signal vor, das den Triggerpegel mehrfach schneidet. Durch eine Analyse des Signals sollte sich eigentlich feststellen lassen, ob die Signalform eine einzelne Triggerdurchschreitung pro Zyklus auf dem ausgewählten Triggerpegel zuläßt. Ist das Auftreten mehrfacher Trigger wahrscheinlich, dann wählen Sie einen Triggerpegel aus, der nur einen einzigen Trigger pro Zyklus erzeugt. Wenn die Triggerfrequenz nach wie vor höher ist als vom Display angezeigt, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.

  Ist die Triggerfrequenz dagegen langsamer, ist dieser Test nicht sinnvoll.
- Wenn das angezeigte Signal auch die Triggerquelle ist, verwenden Sie das Raster oder die Cursor, um die Frequenz des angezeigten Signals zu schätzen. Vergleichen Sie diese Frequenz mit der in der unteren rechten Bildschirmecke angezeigten Triggerfrequenz. Falls sie sich um einen großen Betrag voneinander unterscheiden, liegt wahrscheinlich Aliasing vor.

In der folgenden Tabelle sind die Zeitbasen aufgeführt, die zur Vermeidung von Aliasing bei verschiedenen Frequenzen und der entsprechenden Abtastrate eingesetzt werden sollten. Bei der schnellsten SEC/DIV-Einstellung tritt Aliasing aufgrund der Bandbreitenbegrenzungen der Eingangsverstärker des Oszilloskops wahrscheinlich nicht auf.

Einstellungen zur Vermeidung von Aliasing im Abtastmodus

Zeitbasis (SEC/DIV)	Samples pro Sekunde	Maximaler Frequenzanteil
25 bis 250,0 ns	1 GS/s oder 2 GS/s*	200,0 MHz**
500,0 ns	500,0 MS/s	200,0 MHz**
1,0 µs	250,0 MS/s	125,0 MHz**
2,5 µs	100,0 MS/s	50,0 MHz**
5,0 µs	50,0 MS/s	25,0 MHz**
10,0 µs	25,0 MS/s	12,5 MHz**
25,0 µs	10,0 MS/s	5,0 MHz
50,0 µs	5,0 MS/s	2,5 MHz
100,0 µs	2,5 MS/s	1,25 MHz
250,0 µs	1,0 MS/s	500,0 kHz
500,0 µs	500,0 kS/s	250,0 kHz

*** Je nach Oszilloskop-Modell.**

**** Bei einem 1X-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

Einstellungen zur Vermeidung von Aliasing im Abtastmodus (Forts.)

Zeitbasis (SEC/DIV)	Samples pro Sekunde	Maximaler Frequenzanteil
1,0 ms	250,0 kS/s	125,0 kHz
2,5 ms	100,0 kS/s	50,0 kHz
5,0 ms	50,0 kS/s	25,0 kHz
10,0 ms	25,0 kS/s	12,5 kHz
25,0 ms	10,0 kS/s	5,0 kHz
50,0 ms	5,0 kS/s	2,5 kHz
100,0 ms	2,5 kS/s	1,25 kHz
250,0 ms	1,0 kS/s	500,0 Hz
500,0 ms	500,0 S/s	250,0 Hz
1,0 s	250,0 S/s	125,0 Hz
2,5 s	100,0 S/s	50,0 Hz
5,0 s	50,0 S/s	25,0 Hz
10,0 s	25,0 S/s	12,5 Hz
25,0 s	10,0 S/s	5,0 Hz
50,0 s	5,0 S/s	2,5 Hz

Durchführen von Messungen

Das Oszilloskop stellt Signale als Spannung über der Zeit dar und hilft Ihnen beim Messen des angezeigten Signals.

Messungen können auf verschiedene Arten vorgenommen werden. Hierzu kann das Raster, die Cursor oder eine automatische Messung eingesetzt werden.

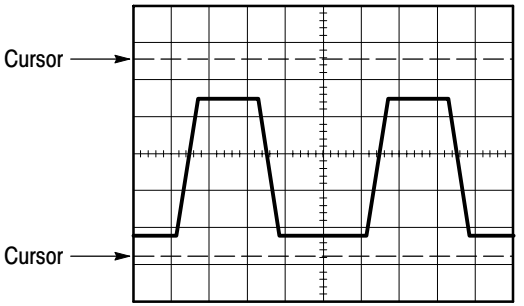
Raster

Mit dieser Methode können Sie eine schnelle visuelle Schätzung vornehmen. Sie können sich beispielsweise die Amplitude eines Signals ansehen und feststellen, daß sie knapp über 100 mV liegt.

Sie können einfache Messungen vornehmen, indem Sie die größten und kleinsten betroffenen Rasterteilungen abzählen und mit dem Skalenfaktor multiplizieren.

Wenn beispielsweise fünf größere vertikale Rasterteilungen zwischen dem Mindest- und Höchstwert eines Signals liegen und der Skalenfaktor 100 mV pro Skalenteil beträgt, können Sie die Spitze-Spitze-Spannung ganz einfach wie folgt berechnen:

5 Skalenteile x 100 mV/Skalenteil = 500 mV.



Cursor

Bei diesem Verfahren werden Messungen durch Verschieben der Cursor vorgenommen, die immer paarweise auftreten. Die numerischen Cursor-Werte lassen sich dabei auf der Meßwertanzeige abgelesen. Man unterscheidet zwei Cursor-Arten: Spannung und Zeit.

Achten Sie bei Verwendung der Cursor darauf, die Quelle auf das am Bildschirm angezeigte Signal einzustellen, das gemessen werden soll.

Zur Aktivierung der Cursor drücken Sie die Taste CURSOR.

Spannungs-Cursor. Spannungs-Cursor erscheinen als horizontale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der vertikalen Parameter.

Zeit-Cursor. Zeit-Cursor erscheinen als vertikale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der horizontalen Parameter.

Automatische Messungen

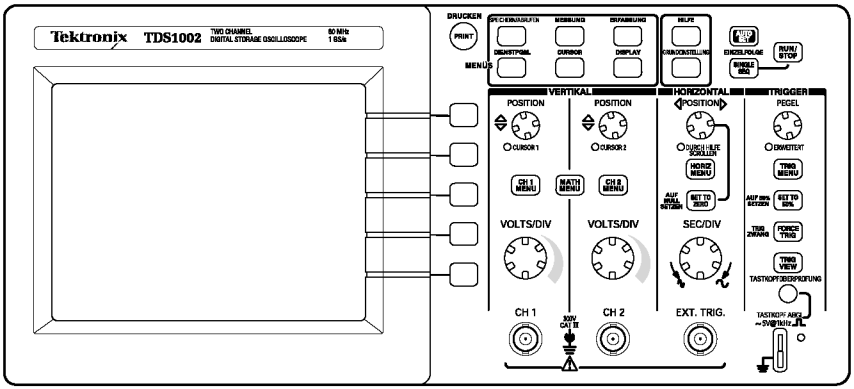
Im Menü MESSUNG können bis zu 5 automatische Messungen vorgenommen werden. Wenn Sie automatische Messungen durchführen, nimmt Ihnen das Oszilloskop sämtliche Rechenaufgaben ab. Da hierbei die Signalaufzeichnungspunkte verwendet werden, sind diese Messungen genauer als die Raster- oder Cursor-Messungen.

Bei automatischen Messungen werden die Meßergebnisse als Meßwertanzeigen präsentiert. Die angezeigten Meßwerte werden laufend aktualisiert, sobald das Oszilloskop neue Daten erfaßt.

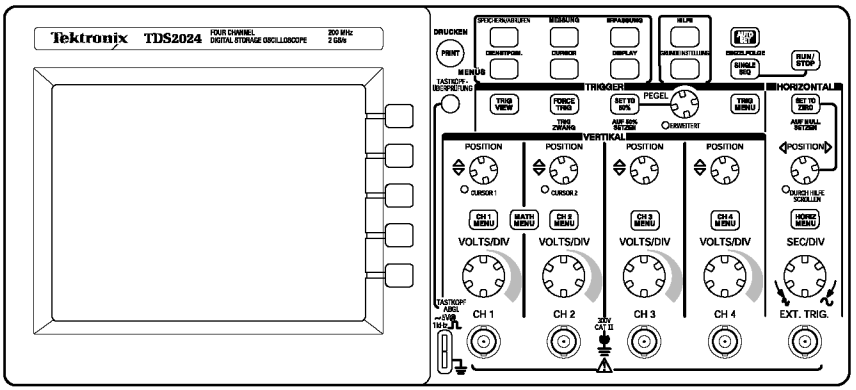
Beschreibungen zu Messungen finden Sie auf Seite 94 im Kapitel *Referenz*.

Bedienungsgrundlagen

Die Frontplatte ist in benutzerfreundliche Funktionsbereiche unterteilt. Dieses Kapitel gibt Ihnen eine kurze Übersicht über die Bedienelemente des Oszilloskops und die auf dem Bildschirm angezeigten Informationen. In der Abbildung unten sehen Sie die Frontplatten der 2-Kanal- und 4-Kanal-Modelle.



2-Kanal-Modelle

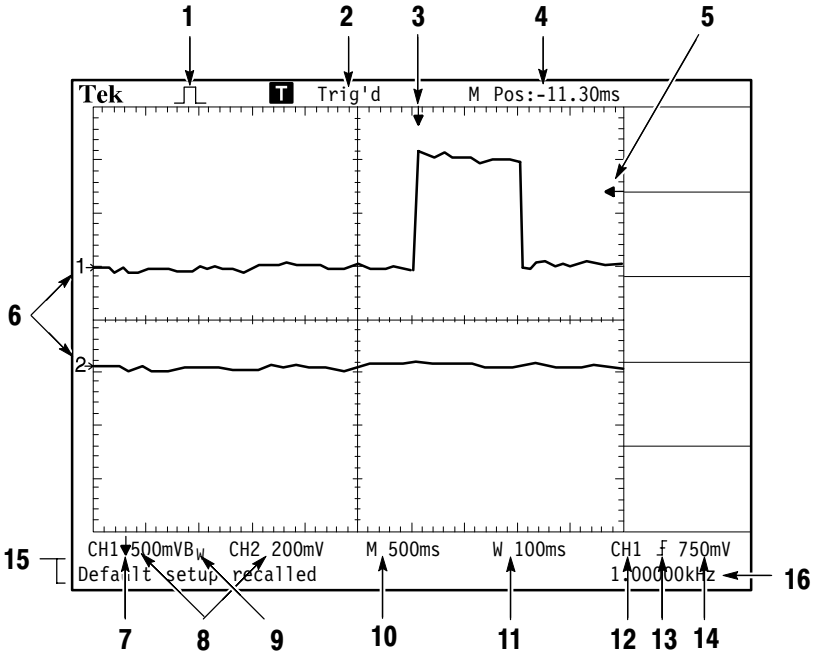


4-Kanal-Modelle

Anzeigebereich

Zusätzlich zur Anzeige des Signals selbst enthält der Anzeigebereich eine Fülle von Details über das Signal sowie die Oszilloskopeinstellungen.

***HINWEIS**. Ähnliche Details zur FFT-Funktion finden Sie auf Seite 119.*



1. Das angezeigte Symbol steht für den Erfassungsmodus.

- Abtastmodus
- Spitzenwerterfassungsmodus
- Mittelwertmodus

2. Der Triggerstatus weist auf folgendes hin:

☐ Armiert. Das Oszilloskop erfaßt Vortrigger-Daten. In diesem Zustand werden sämtliche Trigger ignoriert.

R Bereit. Alle Vortrigger-Daten wurden erfaßt, das Oszilloskop ist jetzt zur Trigger-Erkennung bereit.

T Getriggert. Das Oszilloskop hat einen Trigger erkannt und erfaßt jetzt die Nachtrigger-Daten.

● Stop. Das Oszilloskop hat die Erfassung der Signaldaten beendet.

● Erf. abgeschlossen. Das Oszilloskop hat eine Einzelfolgeerfassung abgeschlossen.

R Automatisch. Das Oszilloskop arbeitet im Automatikbetrieb und erfaßt Signale in Abwesenheit von Triggern.

☐ Abtastung. Signaldaten werden im Abtastmodus vom Oszilloskop kontinuierlich erfaßt und angezeigt.

3. Der Marker zeigt die horizontale Triggerposition an. Drehen Sie den Knopf HORIZONTAL POSITION, um die Position des Markers einzustellen.

4. Die Anzeige zeigt die Zeit an der Rastermitte und der horizontalen Triggerposition an. Die Triggerzeit ist Null.

5. Der Marker zeigt den Flanken- oder Impulsbreitentriggerpegel an.

6. Bildschirmmarkierungen zeigen die erdbezogenen Meßpunkte der angezeigten Signale. Falls keine Markierung vorliegt, wird der Kanal nicht angezeigt.

7. Ein Pfeilsymbol weist darauf hin, daß das Signal invertiert wird.

8. Die vertikalen Skalenfaktoren der Kanäle werden angezeigt.

9. Das B_W–Symbol deutet darauf hin, daß die Bandbreite dieses Kanals begrenzt wurde.

10. Anzeige zeigt die Einstellung der Hauptzeitbasis an.

11. Anzeige zeigt die Fenstereinstellung der Zeitbasis an, wenn diese verwandt wird.

12. Anzeige zeigt die zur Triggerung verwendete Triggerquelle an.

13. Das Symbol steht für die jeweils ausgewählte Trigger-Art:

– Flankentrigger auf der steigenden Flanke.

– Flankentrigger auf der fallenden Flanke.

– Videotrigger auf der Zeilensynchronisation.

– Videotrigger auf der Halbbildsynchronisation.

– Impulsbreiten-Trigger, positive Polarität.

– Impulsbreiten-Trigger, negative Polarität.

14. Die Anzeige zeigt den Flanken- oder Impulsbreitentriggerpegel an.

15. Im Anzeigebereich erscheinen Meldungen, die Ihnen weiterhelfen sollen. Manche werden allerdings nur drei Sekunden lang angezeigt.

Wenn Sie ein gespeichertes Signal abrufen, werden Informationen zum Referenzsignal angezeigt, z.B. RefA 1,00V 500µs.

16. Anzeige zeigt die Triggerfrequenz an.

Bereich für Hinweise

Am Fuße des Oszilloskopbildschirms erscheint ein Bereich für Hinweise mit folgenden Informationsarten:

- Anweisungen zum Aufrufen eines anderen Menüs, beispielsweise durch Drücken der Taste TRIG MENÜ:

  `TRIGGER HOLDOFF im HORIZONTAL MENU`

- Vorschläge, was Sie als nächstes tun könnten, beispielsweise beim Drücken der Taste MESSUNG:

  `Zum Ändern der Messung Bildschirmtaste drücken`

- Informationen zu den vom Oszilloskop durchgeführten Maßnahmen, beispielsweise beim Drücken der Taste GRUN-DEINSTELLUNG:

  `Grundeinstellung abgerufen`

- Informationen zum Signal, beispielsweise beim Drücken der Taste AUTO-SETUP:

  `Rechtecksignal oder Impuls erkannt auf CH1`

Verwendung des Menüsystems

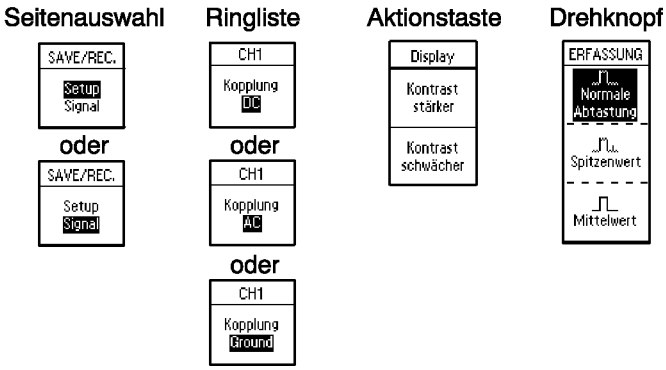
Dank der durchdachten Menüstruktur eröffnet die bedienerfreundliche Benutzeroberfläche der Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000 leichten Zugriff auf Spezialfunktionen.

Wenn eine Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, wird das entsprechende Menü auf der rechten Bildschirmseite angezeigt. Das Menü enthält die verfügbaren Optionen, die Sie durch Drücken der unbeschrifteten Optionstasten unmittelbar rechts neben dem Bildschirm aufrufen. (Die Optionstasten werden in manchen Teilen der Dokumentation auch als Bildschirmtasten, seitliche Menütasten, Rahmentasten oder einfach nur als Tasten bezeichnet.)

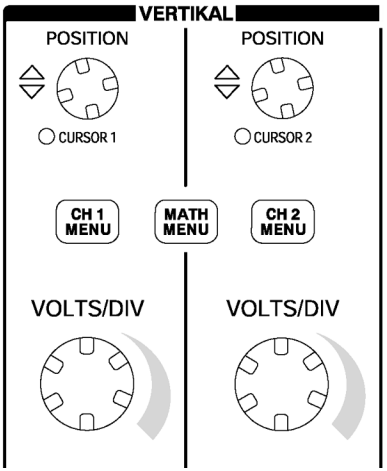
Zur Anzeige der Menüoptionen auf dem Oszilloskop werden vier Methoden verwendet:

- Seitenauswahl (Untermenü): Bei einigen Menüs können Sie über die obere Optionstaste zwei oder drei Untermenüs aufrufen. Bei jedem Drücken der obersten Taste ändern sich die Optionen. Wenn Sie beispielsweise die obere Taste im Menü SAVE/REC. drücken, durchwählt das Oszilloskop die Setup- und Signal-Untermenüs.
- Zyklische Liste: Der Parameter wird vom Oszilloskop jedesmal auf einen anderen Wert eingestellt, wenn Sie die Optionstaste drücken. So können Sie beispielsweise die Taste CH 1 MENÜ und anschließend die obere Optionstaste drücken, um die Optionen für Vertikale (Kanal) Kopplung durchzuwählen.

- Aktion: Das Oszilloskop zeigt die Art von Aktion an, die durch Drücken einer Aktionstaste aufgerufen wird. Wenn Sie beispielsweise die Menütaste DISPLAY drücken und anschließend die Optionstaste Kontrast erhöhen betätigen, wird der Kontrast des Oszilloskopbildschirms umgehend geändert.
- Optionstasten: Für jede Option wird ein anderes Feld auf dem Oszilloskop verwendet. Die aktuell ausgewählte Option- wird markiert. Beispiel: Wenn Sie die Taste ERFASSUNG drücken, zeigt das Oszilloskop die verschiedenen Optionen des Erfassungsmodus an. Um eine Option auszuwählen, drücken Sie einfach auf die gewünschte Taste.



Vertikale Bedienelemente



Alle Modelle

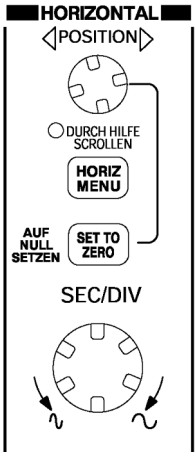
CH 1, CH 2, CH 3, CH 4, CURSOR 1 und CURSOR 2 POSITION. Positioniert das Signal vertikal. Wenn Sie Cursor anzeigen und verwenden, leuchtet die LED, um auf die alternative Funktion der Drehknöpfe zum Verschieben der Cursor hinzuweisen.

CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4 MENÜ. Zeigt die Auswahl im vertikalen Menü an und schaltet die Anzeige des Kanalsignals ein und aus.

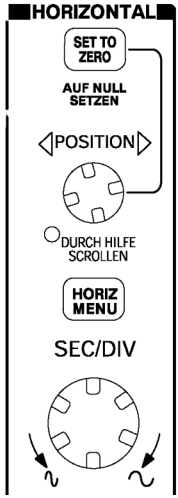
VOLTS/DIV (CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4). Dient zur Auswahl der kalibrierten Skalenfaktoren.

MENÜ MATH. Ruft das Menü für mathematische Signaloperationen auf und läßt sich zum Ein- und Ausschalten des berechneten Signals verwenden.

Horizontale Bedienelemente



2-Kanal-Modelle



4-Kanal-Modelle

POSITION. Dient zur Einstellung der horizontalen Position aller Kanäle und berechneten Signale. Die Auflösung dieses Drehknopfes variiert je nach Zeitbasis-Einstellung. Zu Informationen über Fenster siehe Seite 92.

HINWEIS. *Um die horizontale Position stark zu verändern, drehen Sie den SEC/DIV-Knopf auf einen größeren Wert, ändern die horizontale Position und drehen den SEC/DIV-Knopf anschließend wieder auf den vorherigen Wert zurück.*

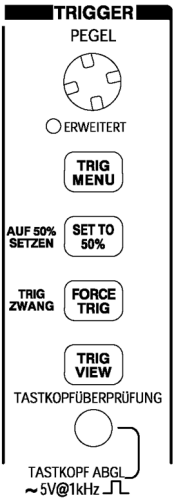
Beim Anzeigen von Hilfethemen läßt sich dieser Drehknopf verwenden, um durch Verknüpfungen oder Indexeinträge zu blättern.

MENÜ HORIZ. Ruft das horizontale Menü auf.

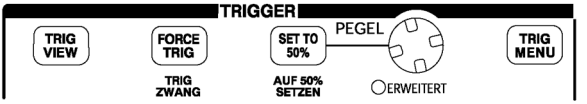
AUF NULL SETZEN. Setzt die Horizontalposition auf Null.

SEC/DIV. Dient zur Auswahl der horizontalen Zeit/div (Skalenfaktor) für die Haupt- oder Fensterzeitbasis. Wenn der Zoombereich aktiviert ist, wird die Breite des Zoombereichs durch Änderung der Fensterzeitbasis geändert. Hinweise zum Erstellen und Verwenden des Zoombereichs finden Sie auf Seite 92.

Trigger-Steuerungen



2-Kanal-Modelle



4-Kanal-Modelle

PEGEL und ERWEITERT. Bei Verwendung eines Flankentriggers besteht die Hauptfunktion des Drehknopfes PEGEL darin, die Amplitude einzustellen, die das Signal zum Auslösen einer Erfassung durchlaufen muß. Außerdem wird der Drehknopf ERWEITERT zur Durchführung erweiterter Alternativfunktionen verwendet. Die LED unter dem Drehknopf leuchtet, wenn eine alternative Funktion aktiviert ist.

ERWEITERT	Beschreibung
Holdoff	Dient zur Einstellung der Zeit vor der Erkennung eines weiteren Trigger-Ereignisses. Siehe auch *Holdoff* auf Seite 109.
Video-Zeilennummer	Dient zur Einstellung einer bestimmten Zeilennummer auf dem Oszilloskop, wenn die Trigger-Art auf Video und die Synchronisation auf Zeilennummer gestellt wurde.
Impulsbreite	Dient zur Einstellung der Impulsbreite, wenn die Trigger-Art auf Impuls gesetzt und die Option Impulsbreite einstellen ausgewählt wurde.

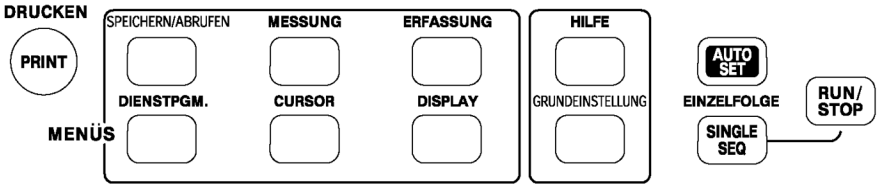
MENÜ TRIG. Ruft das Trigger-Menü auf.

AUF 50% SETZEN. Der Triggerpegel wird auf den vertikalen Mittelpunkt zwischen den Spitzenwerten des Triggersignals gesetzt.

TRIG ZWANG. Schließt die Erfassung ab, ganz gleich ob ein adäquates Triggersignal vorliegt oder nicht. Wenn die Erfassung bereits angehalten wurde, hat diese Taste keinerlei Auswirkungen.

TRIG ANZEIGE. Wenn Sie die Taste TRIG ANZEIGE gedrückt halten, wird statt des Kanalsignals das Triggersignal angezeigt. So können Sie beispielsweise feststellen, wie sich die Triggereinstellungen z.B. bei Triggerkopplung auf das Triggersignal auswirken.

Menü- und Steuerungstasten



Alle Modelle

SPEICHERN/ABRUFEN. Ruft das Menü Speichern/Abrufen für Einstellungen und Signale auf.

MESSUNG. Ruft das Menü für automatische Messungen auf.

ERFASSUNG. Ruft das Menü Erfassung auf.

DISPLAY. Ruft das Menü Display auf.

CURSOR. Ruft das Menü Cursor auf. Über die Drehknöpfe für die vertikale Position läßt sich die Cursorposition einstellen, während das Cursor-Menü angezeigt wird und die Cursor aktiviert werden. Die Cursor werden auch nach Verlassen des Cursor-Menüs angezeigt (es sei denn, die Cursor-Option wurde auf AUS gestellt), lassen sich aber nicht einstellen.

DIENSTPGM. Ruft das Menü Dienstprogramm auf.

HILFE. Ruft das Menü Hilfe auf.

GRUNDEINSTELLUNG. Ruft die werkseitige Einstellung ab.

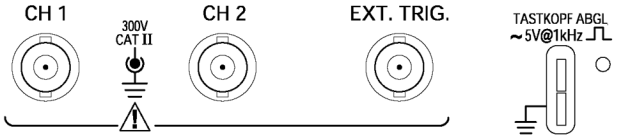
AUTO-SETUP. Das Oszilloskop wird automatisch so eingestellt, daß eine verwertbare Anzeige der Eingangssignale stattfindet.

EINZELFOLGE. Das Oszilloskop erfaßt eine Einzelfolge und hält dann an.

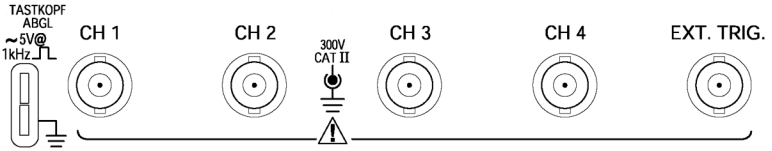
RUN/STOP. Das Oszilloskop erfaßt Signaldaten kontinuierlich oder hält die Erfassung an.

DRUCKEN. Startet Druckvorgänge. Zum Drucken ist das Erweiterungsmodul mit Centronics-, RS-232- oder GPIB-Schnittstelle erforderlich. Weitere Hinweise hierzu unter *Optionales Zubehör* auf Seite 169.

Anschlüsse



2-Kanal-Modelle



4-Kanal-Modelle

TASTKOPF ABGL. Ausgang und Erdung für die Spannungstastkopfkompensation. Wird verwendet, um den Tastkopf mit der Eingangsschaltung des Oszilloskops abzugleichen. Siehe Seite 8. Die Erdung für die Tastkopfkompensation und die Abschirmung der BNC-Stecker sind mit der Stromnetzerdung verbunden und fungieren als Erdungsklemmen.

VORSICHT. *Wenn Sie eine Spannungsquelle an eine Erdungsklemme anschließen, kann das Oszilloskop oder der Prüfaufbau beschädigt werden. Schließen Sie daher keinesfalls eine Spannungsquelle an die Erdungsklemmen an!*

CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4. Eingangsstecker zur Anzeige von Signalen.

EXT TRIG. Eingangsstecker für eine externe Triggerquelle. Verwenden Sie das Trigger-Menü, um die Triggerquelle Ext. oder Ext./5 auszuwählen.

Anwendungsbeispiele

Dieses Kapitel befaßt sich mit einer Reihe von Anwendungsbeispielen. Mit diesen vereinfachten Beispielen sollen die Oszilloskopfunktionen erläutert und Ihnen Ideen vermittelt werden, um eigene Lösungen für Meßaufgaben zu finden.

- Durchführen einfacher Messungen

  Verwendung von Auto-Setup

  Durchführen automatischer Messungen mit Hilfe des Menüs Messung

  Messung zweier Signale und Berechnung der Verstärkung
- Durchführen von Cursor-Messungen

  Messung der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude

  Messung der Impulsbreite

  Messung der Anstiegszeit
- Analyse von Signaldetails

  Analyse von Störsignalen

  Verwendung der Mittelwertfunktion zur Trennung eines Signals vom Störrauschen
- Aufzeichnen eines Einzelschuß-Signals

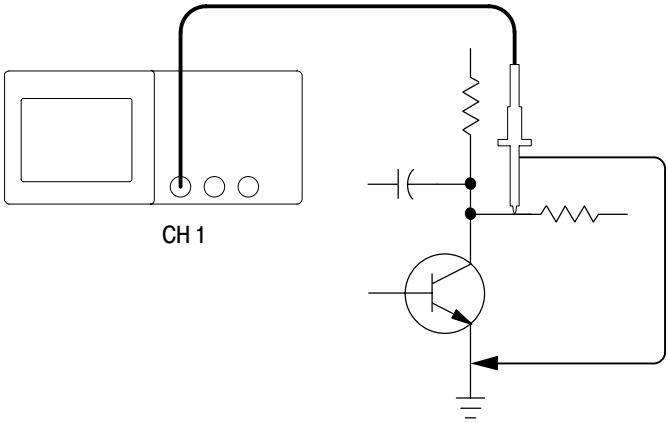
  Optimieren der Erfassung
- Messung der Laufzeitverzögerung
- Triggerung auf eine Impulsbreite
- Triggerung auf ein Video-Signal

  Triggerung auf Video-Halbbilder und Videozeilen

  Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails
- Analyse eines differenzierten Kommunikationssignals unter Verwendung der Mathematikfunktionen
- Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk unter Verwendung des XY-Modus und Nachleuchten

Durchführen einfacher Messungen

Sie möchten ein Signal anzeigen, kennen aber die Signalamplitude oder -frequenz nicht. Sie möchten das Signal schnell anzeigen und dessen Frequenz, Periode und Spitze-Spitze-Amplitude messen.



Verwendung von Auto-Setup

Um ein Signal schnell anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ** und stellen Sie die **Tastkopfabschwächung** auf **10-fach** ein.
2. Stellen Sie den Schalter auf dem Tastkopf P2200 ebenfalls auf **10-fach**.

3. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an das Signal an.

4. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**.

Das Oszilloskop stellt die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen automatisch ein. Falls die Signalanzeige optimiert werden soll, können Sie diese Optionen auch manuell einstellen.

HINWEIS. *Je nach erkanntem Signaltyp zeigt das Oszilloskop relevante automatische Messungen im Signalanzeigebereich des Bildschirms an.*

Oszilloskop-spezifische Beschreibungen finden Sie auf Seite 79 im Kapitel *Referenz*.

Durchführen von automatischen Messungen

Die meisten angezeigten Signale können mit dem Oszilloskop automatisch gemessen werden. Zur Messung der Frequenz, Periode, Spitze-Spitze-Amplitude, Anstiegszeit und positiven Breite eines Signals verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.

2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.

3. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Freq.** aus.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Meßwertanzeige **Wert**.

***HINWEIS**. Falls dort ein Fragezeichen (?) angezeigt wird, drehen Sie den Knopf VOLTS/DIV des entsprechenden Kanals, um die Empfindlichkeit zu erhöhen oder die SEC/DIV-Einstellung zu ändern.*

4. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
5. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Periode** aus.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Meßwertanzeige **Wert**.
7. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
8. Drücken Sie die mittlere Optionstaste, um das Menü Messung 3 aufzurufen.
9. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Uss** aus.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Meßwertanzeige **Wert**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

11. Drücken Sie die zweitunterste Optionstaste, um das Menü Messung 4 aufzurufen.

12. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Anstiegszeit** aus.

Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Meßwertanzeige **Wert**.

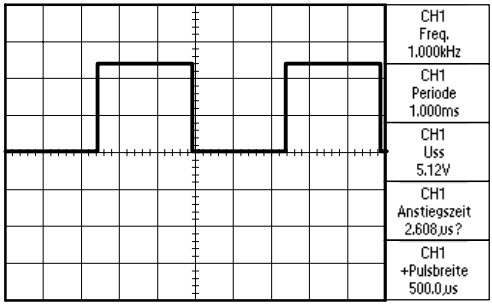
13. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

14. Drücken Sie die unterste Optionstaste, um das Menü Messung 5 aufzurufen.

15. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **+Pulsbreite** aus.

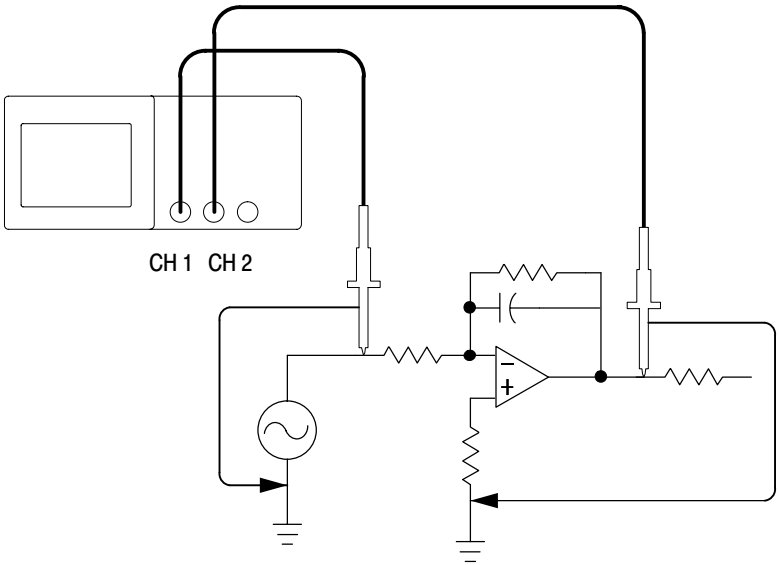
Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Meßwertanzeige **Wert**.

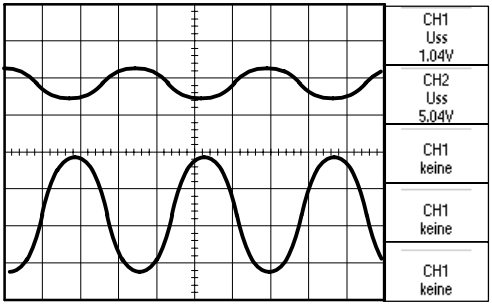
16. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.



Messung zweier Signale

Sie testen ein Gerät und müssen die Verstärkung des Audio-Verstärkers messen. Sie haben einen Audiosignalerzeuger, der am Verstärkereingang ein Signal eingeben kann. Schließen Sie am Verstärkereingang und -ausgang zwei Oszilloskopkanäle wie abgebildet an. Messen Sie beide Signalpegel und verwenden Sie die Messungen, um die Verstärkung zu berechnen.





Zur Aktivierung und Anzeige der an Kanal 1 und 2 anliegenden Signale verfahren Sie wie folgt:

1. Falls die Kanäle nicht angezeigt werden, drücken Sie die Tasten **CH 1 MENÜ** und **CH 2 MENÜ**.
2. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**.

Um für beide Kanäle Messungen auszuwählen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie auf die Taste **Messung**, um das Menü Messung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Uss** aus.
5. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
6. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
7. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH2** aus.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Uss** aus.
9. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

   Lesen Sie die angezeigten Spitze-Spitze-Amplituden der beiden Kanäle ab.
10. Zur Berechnung der Spannungsverstärkung des Verstärker dienen folgende Gleichungen:

$$\textit{Spannungsverstärkung} = \frac{\textit{Ausgangsamplitude}}{\textit{Eingangsamplitude}}$$

$$\textit{Spannungsverstärkung (dB)} = 20 \times \log_{10}(\textit{Spannungsverstärkung})$$

Durchführen von Cursor-Messungen

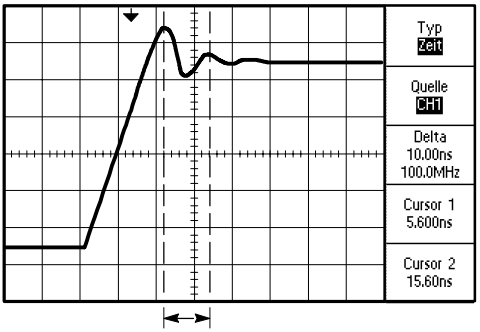
Mit den Cursorn können Sie schnelle Zeit- und Spannungsmessungen am Signal durchführen.

Messung der Schwingungsfrequenz

Um die Schwingungsfrequenz auf der ansteigenden Flanke eines Signals zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie auf die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Zeit** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
4. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 1**, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.
5. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 2**, um einen weiteren Cursor auf die zweite Spitze der Schwingung zu setzen.

Die Zeitdifferenz und Frequenz (die gemessene Schwingungsfrequenz) wird im Cursor-Menü angezeigt.



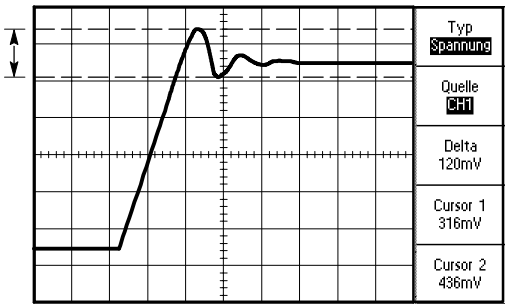
Messung der Schwingungsamplitude

Im vorigen Beispiel ging es um die Messung der Schwingungsfrequenz. Jetzt wollen wir die Amplitude der Schwingung messen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Spannung** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
4. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 1**, um einen Cursor auf die höchste Spitze der Schwingung zu setzen.
5. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 2**, um einen weiteren Cursor auf den tiefsten Punkt der Schwingung zu setzen.

Im Menü Cursor werden die folgenden Messungen angezeigt:

- Die Delta-Spannung (Spitze-Spitze-Spannung der Schwingung)
- Die Spannung bei Cursor 1
- Die Spannung bei Cursor 2



Messung der Impulsbreite

Sie analysieren ein Pulssignal und möchten die Breite des Impulses ermitteln. Um die Impulsbreite mithilfe der Zeit-Cursor zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

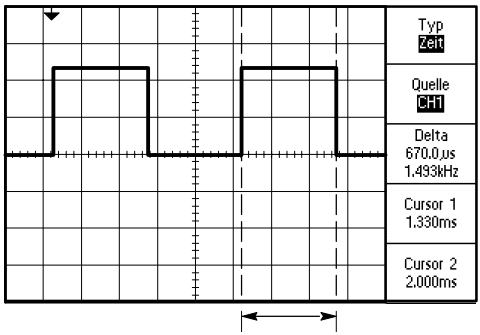
1. Drücken Sie auf die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.

   Unter den Drehknöpfen VERTIKAL POSITION leuchten die LEDs auf, um auf die alternativen Funktionen von CURSOR 1 und CURSOR 2 hinzuweisen.

2. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Zeit** aus.
4. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 1**, um einen Cursor auf die ansteigende Flanke des Impulses zu setzen.
5. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 2**, um den anderen Cursor auf die abfallende Flanke des Impulses zu setzen.

Im Menü Cursor werden die folgenden Messungen angezeigt:

- Die Zeit bei Cursor 1 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeit bei Cursor 2 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeitdifferenz, d.h. die gemessene Impulsbreite.



***HINWEIS**. Die Messung der positiven Breite steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung und wird auf Seite 94 erläutert.*

Die Messung der positiven Breite wird auch angezeigt, wenn Sie die Option Einzelzyklus-Rechteckimpuls im Menü AUTO-SETUP auswählen. Siehe Seite 82.

Messung der Anstiegszeit

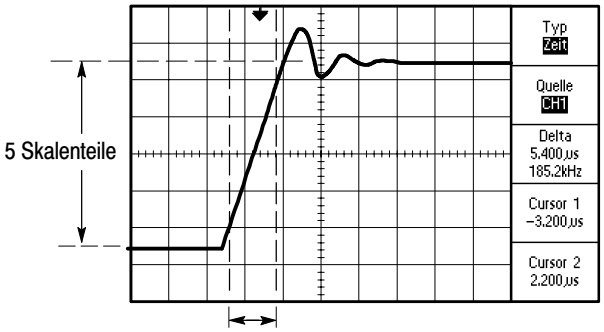
Nach Messung der Impulsbreite wollen Sie jetzt beispielsweise die Anstiegszeit des Impulses überprüfen. Die Anstiegszeit wird üblicherweise auf einem Pegel von 10% bis 90% der Kurve gemessen. Zur Messung der Anstiegszeit verfahren Sie wie folgt:

1. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die ansteigende Flanke des Signals anzuzeigen.

2. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV** und **VERTIKAL POSITION**, um die Signalamplitude auf ungefähr fünf Skalenteile zu setzen.
3. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**, um das Menü CH1 aufzurufen, sofern es noch nicht angezeigt wird.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Volts/Div** und wählen Sie **Fein** aus.
5. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um die Signalamplitude exakt auf fünf Skalenteile zu setzen.
6. Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION**, um das Signal zu zentrieren, und positionieren Sie die Basislinie des Signals 2,5 Skalenteile unterhalb des mittleren Rasters.
7. Drücken Sie auf die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Zeit** aus.
9. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 1**, um den Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie unterhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 10%-Pegel des Signals.

10. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 2**, um den zweiten Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie oberhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 90%-Pegel des Signals.

11. Die **Delta**-Anzeige im Cursor-Menü ist die Anstiegszeit des Signals.

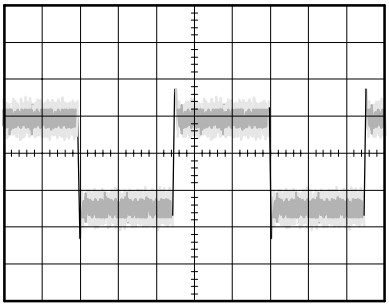


***HINWEIS**. Die Messung der Anstiegszeit steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung und wird auf Seite 94 erläutert.*

Die Messung der Anstiegszeit wird auch angezeigt, wenn Sie die Option Anstiegszeit im Menü AUTO-SETUP auswählen. Siehe Seite 82.

Analyse von Signaldetails

Auf Ihrem Oszilloskop wird ein Störsignal angezeigt. Sie möchten mehr darüber wissen. Sie vermuten, daß das Signal viel mehr Details enthält, als Sie im Moment in der Anzeige sehen können.

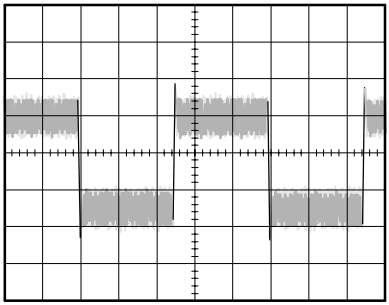


Analyse von Störsignalen

Das Signal scheint zu rauschen, und Sie vermuten, daß dieses Rauschen Probleme in Ihrem Schaltkreis verursacht. Gehen Sie zur Analyse des Rauschens wie folgt vor:

1. Drücken Sie auf die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwerterfassung**.
3. Drücken Sie, sofern erforderlich, auf die Taste **DISPLAY**, um das Display-Menü anzuzeigen. Verwenden Sie die Optionstaste **Kontrast erhöhen** und **Kontrast verringern**, um den Kontrast einzustellen und das Rauschen deutlicher zu erkennen.

Bei der Spitzenwerterfassung werden Störspannungsspitzen und Glitches im Signal hervorgehoben, insbesondere wenn eine langsame Zeitbasis eingestellt wurde.

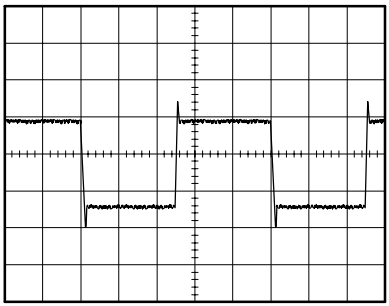


Trennung eines Signals vom Störrauschen

Jetzt möchten Sie die Signalform analysieren und das Rauschen ignorieren. Um unkorreliertes Rauschen in der Oszilloskopanzeige zu reduzieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie auf die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwert**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwerte**, um die Effekte anzuzeigen, die eine Variation der Anzahl ausgeführter Mittelwertbildungen auf das Signal hat.

Durch die Mittelwertbildung wird das unkorrelierte Rauschen reduziert. So ist es leichter, Details in einem Signal anzuzeigen. Im Beispiel unten wird an den ansteigenden und abfallenden Flanken des Signals ein Überschwingen angezeigt, wenn das Rauschen entfernt wird.



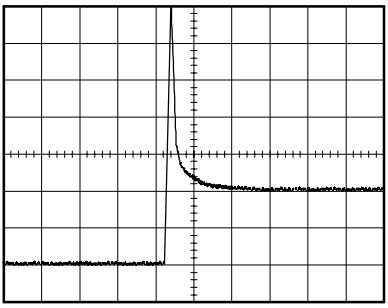
Erfassung eines Einzelschuß-Signals

Die Zuverlässigkeit eines Relais in einer Maschine ist schlecht und Sie müssen das Problem analysieren. Sie vermuten, daß das Problem beim Öffnen des Relais entsteht. Die schnellste Geschwindigkeit, mit der Sie das Relais öffnen und schließen können, beträgt ungefähr einmal pro Minute. Deshalb müssen Sie die Spannung des Relais als Einzelschuß erfassen.

Um eine Einzelschußerfassung- einzurichten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drehen Sie den vertikalen **VOLTS/DIV** und den horizontalen **SEC/DIC** Drehknopf in die Bereiche, in denen Sie das Signal erwarten.
2. Drücken Sie auf die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwerterfassung**.
4. Drücken Sie auf die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Trigger-Menü anzuzeigen.
5. Drücken Sie die Optionstaste **Flanke** und wählen Sie **Ansteigend** aus.
6. Drehen Sie den Knopf **PEGEL**, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die genau zwischen der Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.
7. Drücken Sie die Taste **EINZELFOLGE**, um mit der Erfassung zu beginnen.

Wenn sich das Relais öffnet, triggert das Oszilloskop und erfaßt das Ereignis.

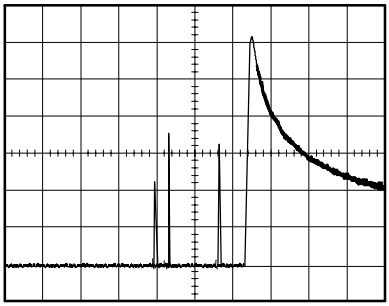


Optimieren der Erfassung

In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgt eine große Spitze, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigt. Die Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem vorzeitigen Relaisfehler führen.

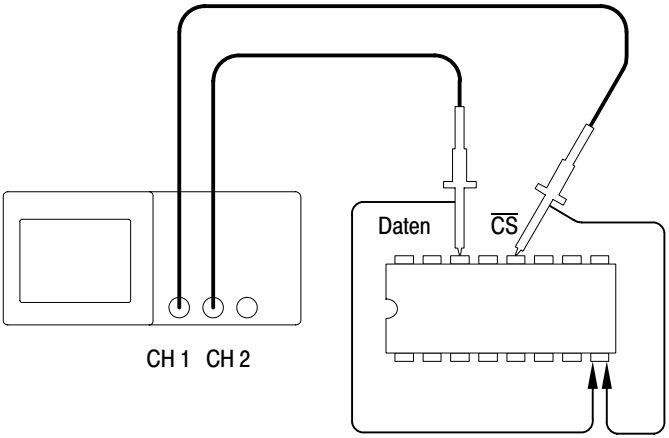
Sie können die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen verwenden, um die Einstellungen zu optimieren, bevor das nächste Einzelschuß-Ereignis erfaßt wird.

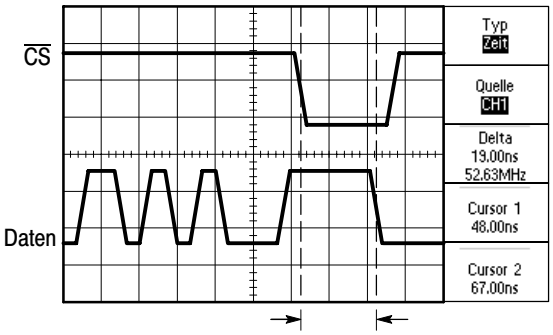
Wenn die nächste Erfassung mit den neuen Einstellungen stattfindet (beim erneuten Drücken der Taste EINZELFOLGE), sehen Sie mehr Details beim Öffnen des Relaiskontaktes. Sie können jetzt sehen, daß der Kontakt einige Male prellt, bevor er geöffnet wird.



Messung der Laufzeitverzögerung

Sie vermuten, daß das Speicher-Timing in einem Mikroprozessor-Schaltkreis nicht optimal ist. Richten Sie das Oszilloskop so ein, daß sich die Laufzeitverzögerung zwischen dem chip-select Signal und den ausgegebenen Daten des Speicherbausteins messen läßt.



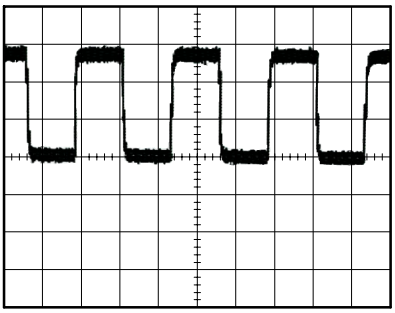


Zur Messung der Laufzeit gehen Sie wie folgt vor:

1. Falls die Kanäle nicht angezeigt werden, drücken Sie zuerst die Taste **CH 1 MENÜ** und anschließend **CH 2 MENÜ**.
2. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
3. Stellen Sie die horizontalen und vertikalen Optionen ein, um die Anzeige zu optimieren.
4. Drücken Sie auf die Taste **CURSOR**, um das Cursor-Menü anzuzeigen.
5. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Zeit** aus.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
7. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 1**, um den Cursor auf die aktive Flanke des chip-select Signals zu setzen.
8. Drehen Sie den Knopf **CURSOR 2**, um den zweiten Cursor auf den Datenausgangsübergang zu setzen.
9. Lesen Sie die Laufzeitverzögerung von der **Delta**-Anzeige des Cursor-Menüs ab.

Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite

Sie überprüfen die Impulsbreiten eines Signals in einem Schaltkreis. Es ist wichtig, daß die Impulse allesamt eine spezifische Breite aufweisen, und genau das müssen Sie sicherstellen. Laut Flankentriggerung sieht das Signal wie gewünscht aus, und auch die Impulsbreitenmessung weicht nicht von der Spezifikation ab. Dennoch vermuten Sie ein Problem.

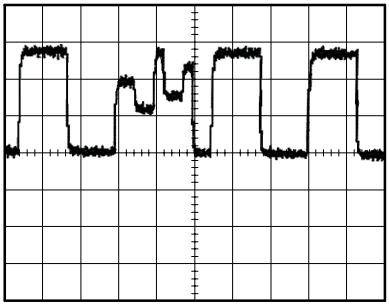


Um auf eine Verzerrung der Impulsbreite zu prüfen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Zeigen Sie das Signal auf Kanal 1 an. Falls Ch1 nicht angezeigt wird, drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ**.
2. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
3. Drücken Sie im Menü AUTO-SETUP die Optionstaste **Einzelzyklus**, um einen einzelnen Signalzyklus anzuzeigen und eine schnelle Messung der **Impulsbreite** vorzunehmen.
4. Drücken Sie auf die Taste **TRIG MENU**.
5. Drücken Sie die Optionstaste **Typ** und wählen Sie **Impuls** aus.

6. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
7. Drehen Sie den Knopf **TRIGGER PEGEL**, um den Triggerpegel nahe dem unteren Ende des Signals einzustellen.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Wenn**, um das = (Gleichheitszeichen) auszuwählen.
9. Drücken Sie die Optionstaste **Impulsbreite einstellen**, und drehen Sie den Knopf **ERWEITERT**, um die Impulsbreite auf den Wert einzustellen, der bei der Impulsbreitenmessung in Schritt 3 ausgegeben wurde.
10. Drücken Sie **- Weiter - Seite 1 von 2** und stellen Sie die Option **Modus** auf **Normal** ein.

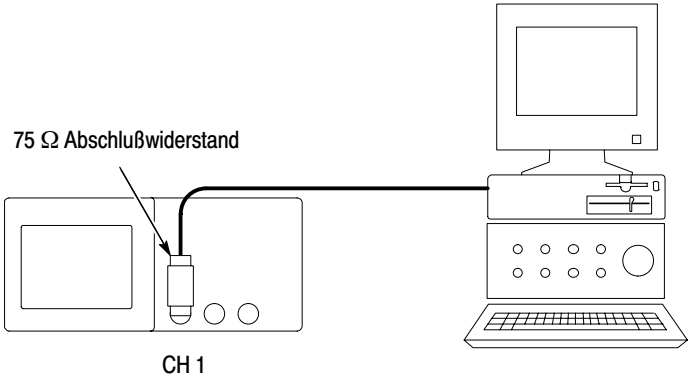
    Dies sollte eine stabile Anzeige ergeben, bei der das Oszilloskop auf normale Impulse triggert.
11. Drücken Sie die Optionstaste **Wenn**, um $\neq$, < oder > auszuwählen. Falls tatsächlich verzerrte Impulse vorkommen, auf die die konkrete Wenn-Option zutrifft, dann triggert das Oszilloskop darauf.

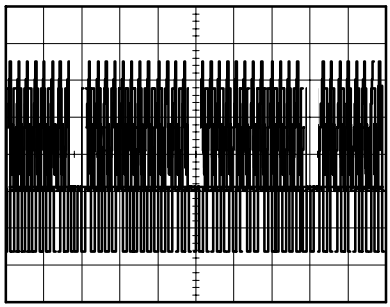


***HINWEIS**. Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop als Trigger auffaßt. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreitentriggermodus.*

Triggerung auf ein Video-Signal

Sie testen den Video-Schaltkreis eines medizinischen Geräts und müssen das Video-Ausgangssignal anzeigen. Bei dem Video-Ausgangssignal handelt es sich um ein Standard-NTSC-Signal. Verwenden Sie den Video-Trigger, um eine stabile Anzeige zu erhalten.





HINWEIS. *Die meisten Videosysteme sind mit 75 Ohm verkabelt. Die Oszilloskopeingänge bieten keine ordnungsgemäßen Abschlußwiderstände für niederohmige Kabel. Zur Vermeidung ungenauer Amplituden aufgrund falscher Lasten und Reflexionen setzen Sie einen Durchführungsabschluß mit 75 Ohm (Tek Teilenummer 011-0055-02 oder gleichwertig) zwischen das 75 Ohm Koaxialkabel der Signalquelle und den BNC-Eingangsstecker des Oszilloskops.*

Triggerung auf Video-Halbbilder

Automatisch. Um auf Video-Halbbilder zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**. Wenn Auto-Setup abgeschlossen ist, zeigt das Oszilloskop das Videosignal mit Synchronisation auf **Alle Halbbilder** an.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** im Menü **AUTO-SETUP**, um nur ungerade oder gerade Halbbilder zu synchronisieren.

Manuell. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Trigger-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste und wählen Sie **Video** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Quelle** und wählen Sie **CH1** aus.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.** und wählen Sie **Alle Halbbilder**, **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** aus.
5. Drücken Sie die Optionstaste **Standard** und wählen Sie **NTSC** aus.
6. Drehen Sie den horizontalen Knopf **SEC/DIV**, um ein vollständiges Halbbild in der Anzeige zu sehen.
7. Drehen Sie den vertikalen Knopf **VOLTS/DIV**, um sicherzugehen, daß das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.

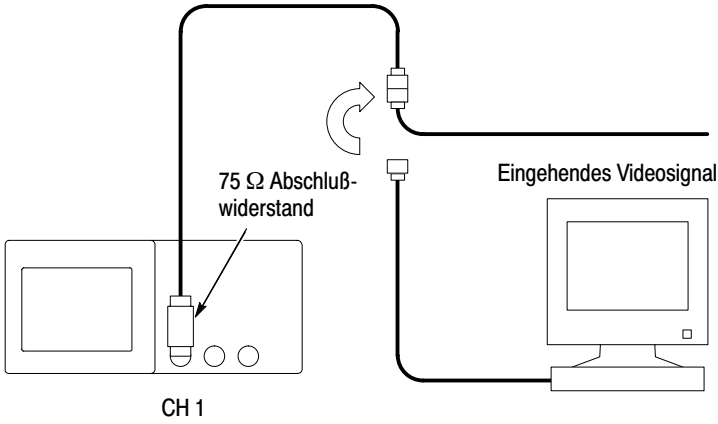
Triggerung auf Videozeilen

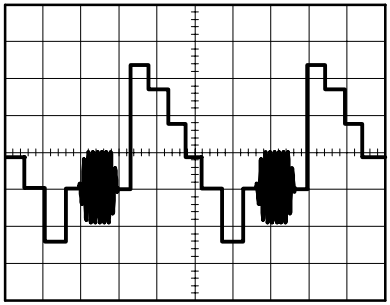
Automatisch. Sie können auch die Videozeilen im Halbbild anzeigen. Um auf die Videozeilen zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste, um **Zeile** auszuwählen und alle Zeilen zu synchronisieren. (Das Menü **AUTO-SETUP** umfaßt die Optionen **Alle Zeilen** und **Zeilennummer**.)

Manuell. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste **MENÜ TRIG.**, um das Trigger-Menü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste und wählen Sie **Video** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.** und wählen Sie **Alle Zeilen** bzw. **Zeilennummer** aus und drehen Sie den Knopf **ERWEITERT**, um eine bestimmte Zeilennummer einzustellen.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Standard** und wählen Sie **NTSC** aus.
5. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um eine vollständige Videozeile in der Anzeige zu sehen.
6. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um sicherzugehen, daß das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.


75 Ω Abschluß-
widerstand
Eingehendes Videosignal
CH 1

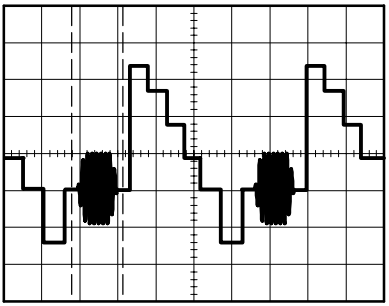


Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails

Um einen bestimmten Signalteil zu überprüfen, ohne die Hauptanzeige zu verändern, können Sie die Fensterfunktion einsetzen.

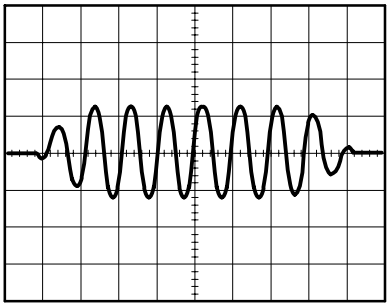
Wenn Sie den Farbburst im vorherigen Signal detaillierter sehen möchten, ohne dabei die Hauptanzeige zu verändern, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste **MENÜ HORIZ.**, um das Menü Horizontal anzuzeigen, und wählen Sie die Option **Hauptzeitbasis**.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Zoombereich**.
3. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, und wählen Sie 500 ns aus. Hierbei handelt es sich um die SEC/DIV-Einstellung der erweiterten Ansicht.
4. Drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION**, um das Fenster auf den Signalbereich zu setzen, der vergrößert werden soll.



5. Drücken Sie auf die Optionstaste **Dehnen**, um den vergrößerten Teil des Signals anzuzeigen.
6. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die Anzeige des vergrößerten Signals zu optimieren.

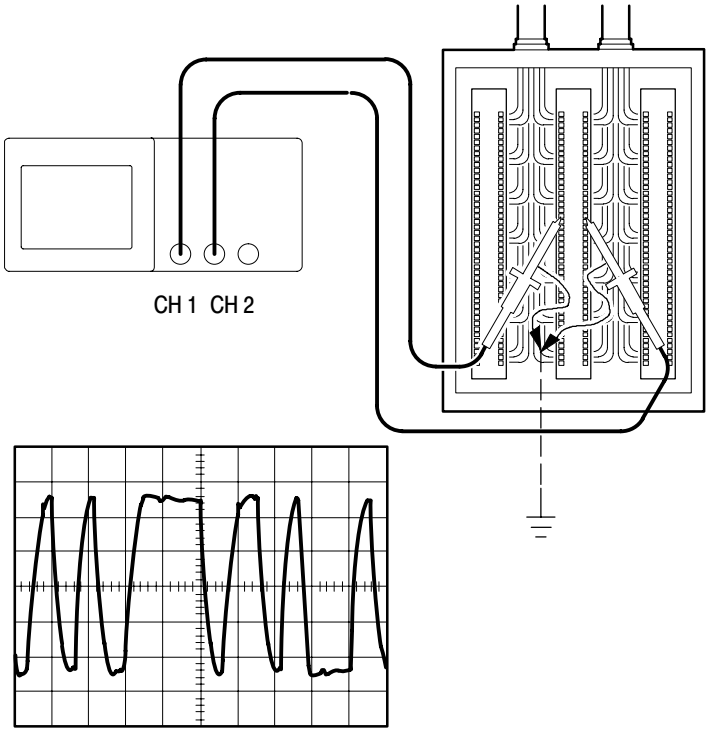
   Um zwischen der Haupt- und Fensteransicht zu wechseln, drücken Sie die Optionstaste **Hauptzeitbasis** oder **Dehnen** im Menü Horizontal.



Analyse eines differenzierten Kommunikationssignals

Sie haben intermittierende Probleme mit einer seriellen Datenkommunikationsverbindung und führen das auf schlechte Signalqualität zurück. Richten Sie das Oszilloskop ein, um einen Schnappschuß des seriellen Datenstroms anzuzeigen, damit Sie die Signalpegel und Übergangszeiten überprüfen können.

Da es sich hierbei um ein differenziertes Signal handelt, können Sie die Mathematikfunktion des Oszilloskops nutzen, um das Signal optimiert darzustellen.



***HINWEIS**. Stellen Sie zunächst sicher, daß beide Tastköpfe kompensiert sind. Unterschiede bei der Tastkopfkompensation erscheinen als Fehler im differenzierten Signal.*

Zur Aktivierung der an Kanal 1 und 2 anliegenden differenzierten Signale verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ** und stellen Sie die Tastkopfabschwächung auf 10-fach.
2. Drücken Sie die Taste **CH 2 MENÜ** und stellen Sie die Tastkopfabschwächung auf 10-fach.
3. Stellen Sie die Schalter auf den P2200-Tastköpfen ebenfalls auf 10-fach.
4. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**.
5. Drücken Sie auf die Taste **MENÜ MATH.**, um das Menü Math anzuzeigen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Operation** und wählen Sie **–** aus.
7. Drücken Sie die Optionstaste **CH1-CH2**, um ein neues Signal anzuzeigen, das die Differenz zwischen den angezeigten Signalen darstellt.
8. Sie können die Vertikalskala und Position des berechneten Signals einstellen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:
   a. Entfernen Sie die Signale auf Kanal 1 und 2 vom Bildschirm.
   b. Drehen Sie die Knöpfe CH 1 und CH 2 VOLTS/DIV sowie VERTIKAL POSITION, um die Vertikalskala und Position einzustellen.

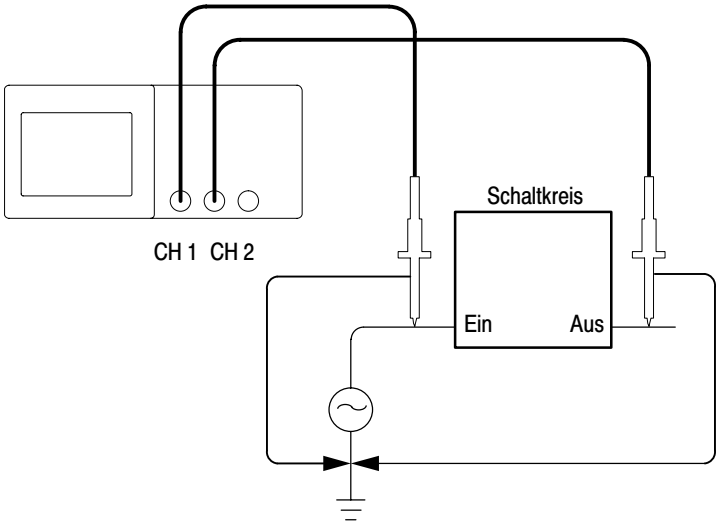
Um eine stabilere Anzeige zu erhalten, drücken Sie die Taste **EINZELFOLGE**, um die Signalerfassung zu steuern. Jedesmal, wenn Sie die Taste **EINZELFOLGE** drücken, erfaßt das Oszilloskop eine Momentaufnahme des digitalen Datenstroms. Zur Signalanalyse können die Cursor oder die automatischen Messungen verwendet werden, oder Sie speichern das Signal ab, um es zu einem späteren Zeitpunkt zu analysieren.

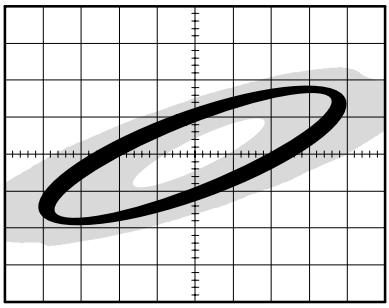
***HINWEIS**. Die Vertikalempfindlichkeit sollte zu den für mathematische Operationen verwendeten Signalen passen. Wenn dies nicht der Fall ist und Sie zum Messen des Signalergebnisses Cursor einsetzen, wird ein **U** für Unbekannt angezeigt, d.h. die Pegel- und Delta-Anzeige ist unbekannt.*

Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk

Sie haben eine Schaltung entworfen, die über einen großen Temperaturbereich hinweg funktionieren muß. Sie müssen die Änderungen der Impedanz des Schaltkreises bei sich verändernder Umgebungstemperatur beurteilen.

Schließen Sie das Oszilloskop an, um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises zu überwachen und Änderungen zu erfassen, die durch geänderte Temperaturen verursacht werden.


CH 1
CH 2
Schaltkreis
Ein
Aus



Um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises auf der XY-Anzeige zu überwachen, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENÜ** und stellen Sie die **Tastkopfabschwächung** auf **10-fach** ein.
2. Drücken Sie die Taste **CH 2 MENÜ** und stellen Sie die **Tastkopfabschwächung** auf **10-fach** ein.
3. Stellen Sie die Schalter auf den P2200-Tastköpfen ebenfalls auf **10-fach**.
4. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an den Netzwerkeingang und den Tastkopf von Kanal 2 an den Ausgang an.
5. Drücken Sie auf die Taste **AUTO-SETUP**.
6. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um auf jedem Kanal ungefähr die gleiche Signalamplitude anzuzeigen.
7. Drücken Sie auf die Taste **DISPLAY**.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Format** und wählen Sie **XY** aus.

   Auf dem Oszilloskop erscheinen Lissajousfiguren mit den Ein- und Ausgangscharakteristika des Schaltkreises.
9. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV** und **VERTIKAL POSITION**, um die Anzeige zu optimieren.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Nachleuchten** und wählen Sie **unendl.** aus.
11. Drücken Sie die Optionstaste **Kontrast erhöhen** oder **Kontrast verringern**, um den Bildschirmkontrast einzustellen.

    Während Sie die Umgebungstemperatur verändern, werden Änderungen in den Schaltkreischarakteristika anhand des Nachleuchtens in der Anzeige erfaßt.

Referenz

In diesem Kapitel werden die Menüs und Bedienungsdetails zu den einzelnen Menütasten oder Drehknöpfen auf der Frontplatte erläutert.

Thema	Seite
Erfassung: Menü, Taste RUN/STOP und Taste EINZELFOLGE	74
Auto-Setup	79
Cursor	84
Grundeinstellung	85
Anzeige	86
Hilfe	89
Horizontale Bedienelemente: Menü, Taste AUF NULL SETZEN, Drehknopf HORIZONTAL POSITION und Drehknopf SEC/DIV	90
Mathematik	93
Messung	94
Drucken	96
Tastkopfüberprüfung	96
Speichern/Abrufen	97
Trigger-Bedienelemente: Menü, Taste AUF 50% SETZEN, Taste TRIG ZWANG, Taste TRIG ANZEIGE und Drehknopf PEGEL (bzw. ERWEITERT)	99
Dienstprogramm	110
Vertikale Bedienelemente: Menü, Drehknopf VERTIKAL POSITION und Drehknopf VOLTS/DIV	112

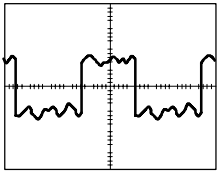
Erfassung

Drücken Sie auf die Taste ERFASSUNG, um die Erfassungsparameter festzulegen.

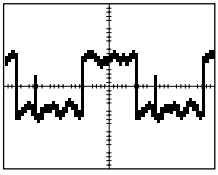
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Abtastung		Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung, die sich zur Erfassung und präzisen Anzeige der meisten Signale eignet
Spitzenwert-erfassung		Wird zur Erkennung von Glitches und zur Reduzierung von Aliasing eingesetzt
Mittelwert		Reduziert unkorreliertes Rauschen in der Signalanzeige. Die Anzahl der Mittelwerte kann ausgewählt werden
Mittelwerte	4 16 64 128	Zum Auswählen der Anzahl von Mittelwerten

Wichtige Punkte

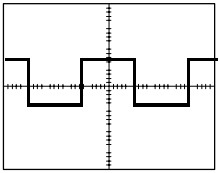
Wenn Sie ein rauschendes Rechtecksignal mit intermittierenden, schmalen Glitches testen, wird das Signal je nach ausgewähltem Erfassungsmodus unterschiedlich dargestellt.



Abtastwert

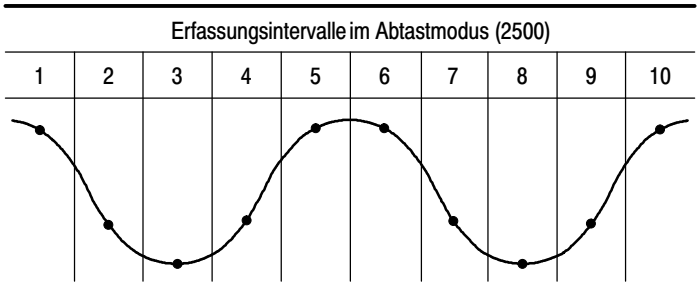


Spitzenwert



Mittelwert

Abtastung. Verwenden Sie den Abtastmodus, um 2500 Punkte zu erfassen und mit der Einstellung SEC/DIV anzuzeigen. Dieser Modus ist der Standardmodus.

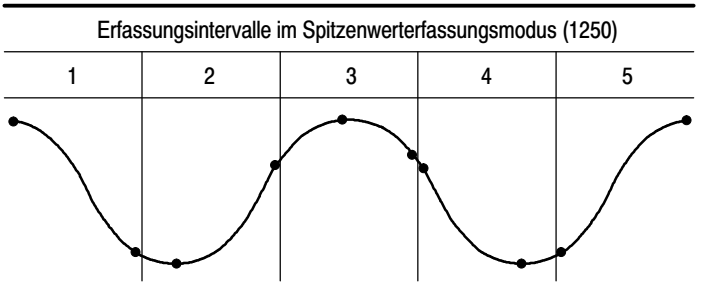


- Abtastpunkte

Im Abtastmodus wird in jedem Intervall ein einzelnes Sample erfaßt.

Die maximale Abtastrate beträgt 1 GS/s bei Oszilloskopen mit einer Bandbreite von 60 oder 100 MHz bzw. 2 GS/s bei Geräten mit 200 MHz. Bei einer Einstellung von 100 ns oder mehr werden in diesem Abtastmodus keine 2500 Punkte erfaßt. In diesem Fall interpoliert der digitale Signalprozessor die Punkte zwischen den Abtastpunkten, um einen vollständigen Kurvenzug mit 2500 Punkten zu erstellen.

Spitzenwerterfassung. Den Spitzenwerterfassungsmodus verwenden Sie, um schmale Glitches bis zu 10 ns zu erkennen und die Möglichkeit für Aliasing zu verringern. Dieser Modus ist bei einer SEC/DIV-Einstellung von 5 µs/div oder langsamer effektiv.

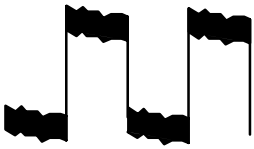


- Angezeigte Abtastpunkte

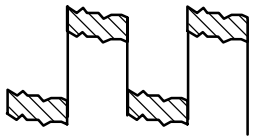
Beim Spitzenwerterfassungsmodus werden die höchsten und niedrigsten in einem Intervall erfaßten Spannungen angezeigt.

HINWEIS. *Wenn Sie die SEC/DIV-Einstellung auf 2,5 µs/div oder schneller einstellen, wechselt der Erfassungsmodus auf Abtastung, da die Abtastrate hoch genug ist, so daß keine Spitzenwerterfassung erforderlich ist. Allerdings zeigt das Oszilloskop keine Meldung an, um auf den auf Abtastung geänderten Modus hinzuweisen.*

Wenn das Signal über ein hinreichendes Rauschen verfügt, weist eine typische Spitzenwertanzeige große schwarze Bereiche auf. Bei den Oszilloskopen der Serie TDS1000 und TDS2000 wird dieser Bereich zur Verbesserung der Anzeigeleistung mit Diagonallinien dargestellt.



Typische Spitzenwertanzeige



Spitzenwertanzeige bei Modell TDS1000/TDS2000

Mittelwert. Verwenden Sie den Erfassungsmodus Mittelwert, um unkorreliertes Rauschen eines Signals, das Sie anzeigen möchten, zu reduzieren. Die Daten werden im Abtastmodus erfaßt, und anschließend wird daraus der Mittelwert gebildet.

Wählen Sie die Anzahl der Erfassungen aus (4, 16, 64 oder 128), aus denen der Mittelwert des Signals gebildet werden soll.

Taste RUN/STOP. Drücken Sie die Taste RUN/STOP, wenn das Oszilloskop kontinuierlich Signale erfassen soll. Drücken Sie die Taste erneut, um die Erfassung zu beenden.

Taste EINZELFOLGE. Drücken Sie die Taste EINZELFOLGE, wenn das Oszilloskop eine Einzelfolge erfassen und dann anhalten soll. Jedesmal, wenn Sie die Taste EINZELFOLGE drücken, beginnt das Oszilloskop mit der Erfassung eines anderen Signals. Nachdem das Oszilloskop einen Trigger erkannt hat, wird die Erfassung abgeschlossen und angehalten.

Erfassungsmodus	Taste EINZELFOLGE
Abtastmodus, Spitzenwerterfassung	Nach Abschluß einer Erfassung ist die Erfassungssequenz beendet.
Mittelwert	Die Erfassungssequenz ist beendet, wenn die angegebene Anzahl von Erfassungen erreicht wurde; siehe Seite 74

Abtastmodus-Darstellung. Der Erfassungsmodus Horizontale Abtastung (auch als Rollmodus bezeichnet) wird zur kontinuierlichen Überwachung von Signalen verwendet, die sich langsam ändern. Die aktualisierten Signale werden von links nach rechts auf dem Oszilloskopbildschirm dargestellt, wobei alte Punkte durch die Anzeige neuer Punkte überschrieben werden. Ein beweglicher, eine Teilung breiter leerer Bereich auf dem Bildschirm trennt die neuen Signalpunkte von den alten.

Das Oszilloskop schaltet auf den Abtastmodus um, wenn Sie den Drehknopf SEC/DIV auf 100 ms/div oder langsamer einstellen und im Menü TRIGGER die Option Auto-Modus auswählen.

Um den Abtastmodus zu deaktivieren, drücken Sie die Menütaste TRIG MENU und stellen den Modus Normal ein.

Die Erfassung anhalten. Während die Erfassung läuft, wird das Signal „live“ angezeigt. Wenn Sie die Taste RUN/STOP drücken und die Erfassung anhalten, wird die Anzeige eingefroren. Das angezeigte Signal läßt sich beide Male über die vertikalen und horizontalen Bedienelemente skalieren und positionieren.

Auto-Setup

Wenn Sie die Taste AUTO-SETUP drücken, identifiziert das Oszilloskop die Signalart und stellt sich selbst so ein, daß eine brauchbare Anzeige des Eingangssignals auf dem Bildschirm erscheint.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Auf Abtastmodus oder Spitzenwerterfassung eingestellt.
Anzeigeformat	Auf YT eingestellt
Anzeigetyp	Bei Videosignalen auf Punkte eingestellt, bei einem FFT-Spektrum auf Vektoren. Ansonsten unverändert.
Horizontale Position	Eingestellt
SEC/DIV	Eingestellt
Trigger-Kopplung	Eingestellt auf DC, Noise reject oder HF reject
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Auf 50% setzen
Triggermodus	Automatisch
Trigger-Quelle	Eingestellt; siehe Seite 80. Auto-Setup kann bei einem EXT TRIG -Signal nicht verwendet werden
Triggerflanke	Eingestellt
Trigger-Art	Flanke oder Video
Trigger Video-Synchronisation	Eingestellt
Trigger Videostandard	Eingestellt
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Kopplung	DC (wenn zuvor Masse ausgewählt wurde). Bei Videosignal AC, ansonsten unverändert.
VOLTS/DIV	Eingestellt

Mit der Funktion Auto-Setup lassen sich alle Kanäle auf Signale hin untersuchen und Signale entsprechend anzeigen.

Auto-Setup bestimmt die Triggerquelle aufgrund folgender Bedingungen:

- Falls mehrere Kanäle Signale aufweisen, wird der Kanal mit dem niederfrequentesten Signal ausgewählt.
- Werden keine Signale gefunden, wird der Kanal mit der niedrigsten Nummer angezeigt, wenn Auto-Setup aufgerufen wird.
- Falls keine Signale gefunden und keine Kanäle angezeigt wurden, wird Kanal 1 vom Oszilloskop angezeigt und verwendet.

Sinussignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, daß das Signal einem Sinussignal ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Sinussignal-Optionen	Details
Multi-Zyklus Sinussignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Zyklus-Effektivwert, Frequenz, Periode und Spitze-zu-Spitze an
Einzelzyklus-Sinussignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, daß ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Mittelwert und Spitze-zu-Spitze an
FFT	Wandelt das Zeitbereichs-Eingangssignal in seine Frequenzanteile um und zeigt das Ergebnis als Graph der Frequenz gegenüber dem Betrag (Spektrum) an; da es sich hierbei um eine mathematische Berechnung handelt, finden Sie weitere Informationen im Kapitel *Math-FFT* auf Seite 115
Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an

Rechtecksignal oder Impuls

Wenn Sie die Funktion Autoset verwenden und das Oszilloskop feststellt, daß das Signal einem Rechtecksignal oder Impuls ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Optionen bei Rechtecksignal oder Impuls	Details
Multi-Zyklus-Rechtecksignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Spitze-zu Spitze, Mittelwert, Periode und Frequenz an
Einzelzyklus-Rechtecksignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, daß ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Min, Max, Mittelwert und positive Breite an
Steigende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Anstiegszeit und Spitze-zu-Spitze an
Fallende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Abfallzeit und Spitze-zu-Spitze an
Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an

Videosignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, daß es sich bei dem Signal um ein Videosignal handelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Videosignal-Optionen	Details
Alle Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert auf jedes Halbbild
Alle Zeilen	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt; das Oszilloskop triggert auf jede Zeile
Zeilennummer	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt; drehen Sie den Knopf ERWEITERT, um eine bestimmte Zeilennummer auszuwählen, die das Oszilloskop als Trigger verwenden soll
Unger. Halbbild	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die ungeraden Halbbilder
Gerad. Halbbild	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die geraden Halbbilder
Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an

***HINWEIS**. Mit Videosignal-Auto-Setup wird die Option Darstellungsart auf Punkt-Modus eingestellt.*

Cursor

Drücken Sie die Taste CURSOR, um die Meßcursor und das Cursor-Menü anzuzeigen.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ*	Spannung Zeit Aus	Dient zur Auswahl und Anzeige der Meßcursor. Bei Spannung wird die Amplitude, bei Zeit die Zeit und Frequenz gemessen
Quelle	CH1 CH2 CH3** CH4** MATH REFA REFB REFC** REFD**	Hiermit wird das Signal ausgewählt, an dem Cursor-Messungen vorgenommen werden sollen Diese Messung erscheint in der Meßwertanzeige
Delta		Zeigt die Differenz (Delta) zwischen den Cursorn an
Cursor 1		Zeigt die Position von Cursor 1 an (Zeit wird auf den Triggerpunkt bezogen, Spannungen werden in Bezug auf die Masse gemessen)
Cursor 2		Zeigt die Position von Cursor 2 an (Zeit wird auf den Triggerpunkt bezogen, Spannungen werden in Bezug auf die Masse gemessen)

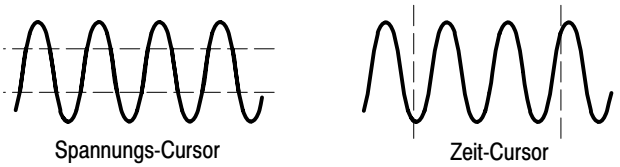
*** Bei einer Math-FFT-Quelle werden Betrag und Frequenz gemessen.**

**** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

HINWEIS. *Das Oszilloskop muß ein Signal anzeigen, damit die Cursor und Cursor-Anzeigen erscheinen.*

Wichtige Punkte

Cursorbewegung. Drehen Sie am Drehknopf von CURSOR 1 und CURSOR 2, um Cursor 1 und 2 zu verschieben. Die Cursor können nur dann bewegt werden, wenn das Cursor-Menü angezeigt wird.



U in Pegel- und Delta-Anzeigen. Die Vertikalempfindlichkeit sollte zu den für mathematische Operationen verwendeten Signalen passen. Wenn dies nicht der Fall ist und Sie zum Messen des Signalergebnisses Cursor einsetzen, wird ein U für Unbekannt angezeigt.

Grundeinstellung

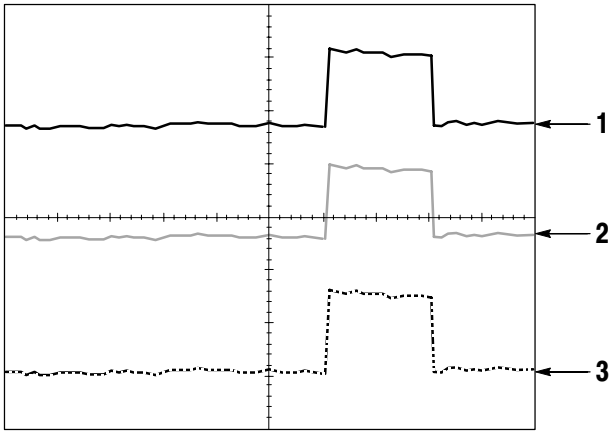
Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG, um das Oszilloskop in den meisten, aber nicht allen Fällen auf die Werkseinstellung zurückzusetzen. Weitere Informationen hierüber finden Sie in *Anhang D: Grundeinstellung* auf Seite 175.

Display

Drücken Sie die Taste DISPLAY, um auszuwählen, auf welche Art Signale angezeigt werden sollen und um das Erscheinungsbild der gesamten Anzeige zu ändern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ	Vektoren Punkte	Vektoren füllen den Zwischenraum zwischen benachbarten Abtastpunkten in der Anzeige Punkte stellen jeweils nur einzelne Abtastpunkte dar
Nachleuchten	AUS 1 s 2 s 5 s unendl.	Dient zur Einstellung der Zeitdauer, die jeder Abtastpunkt angezeigt wird
Format	YT XY	Im YT-Format wird die vertikale Spannung in Bezug auf die Zeit angezeigt (Horizontalskala) Im XY-Format wird jedesmal ein Punkt angezeigt, wenn ein Abtastpunkt auf Kanal 1 und 2 erfaßt wird Die Spannung auf Kanal 1 bestimmt die X-Koordinate des Punktes (horizontal), die Spannung auf Kanal 2 die Y-Koordinate (vertikal)
Kontrast erhöhen		Macht die Anzeige dunkler, wodurch sich ein Kanalsignal leichter vom Nachleuchten unterscheiden läßt.
Kontrast verringern		Macht die Anzeige heller

Je nach Typ werden Signale in drei verschiedenen Formen angezeigt: durchgängig, ausgeblendet und gestrichelt.



1. Bei einem durchgängig dargestellten Signal handelt es sich um ein direkt erfaßtes „Live“-Kanalsignal. Das Signal wird auch nach Anhalten der Erfassung durchgängig angezeigt, sofern keine Bedienelemente benutzt werden, um die Anzeigegenauigkeit zu verändern.

Bei Erfassungen, die angehalten wurden, können die vertikalen und horizontalen Bedienelemente verändert werden.

2. Bei Oszilloskopen der Serie TDS1000 (mit Monochrom-Monitor) steht ein ausgeblendetes Signal für ein Referenzsignal oder für ein Signal mit aktiviertem Nachleuchten.

   Bei Oszilloskopen der Serie TDS2000 (mit Farbmonitor) werden Referenzsignale weiß und Signale mit aktiviertem Nachleuchten in der gleichen Farbe, aber heller dargestellt als das Hauptsignal.

3. Eine gestrichelte Linie weist darauf hin, daß die Signalanzeige nicht mehr mit den Einstellungen übereinstimmt. Das passiert, wenn die Erfassung angehalten und eine Einstellung geändert wird, die das dann nicht auf das angezeigte Signal anwenden kann. So wird beispielsweise ein Signal gestrichelt dargestellt, wenn die Triggeroptionen nach dem Anhalten der Erfassung verändert werden.

Wichtige Punkte

Nachleuchten. Die Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000 verwenden beim Nachleuchten „DFM“ mit „verringerter Intensität“.

Wird das Nachleuchten auf unendlich eingestellt, kumulieren die Aufzeichnungspunkte solange, bis eine Einstellung geändert wird.

XY-Format. Verwenden Sie das XY-Format zum Analysieren der (beispielsweise durch Lissajousfiguren dargestellten) Phasenunterschiede. Bei diesem Format wird die Spannung auf Kanal 1 mit der Spannung auf Kanal 2 verglichen, wobei Kanal 1 auf der horizontalen und Kanal 2 auf der vertikalen Achse dargestellt wird. Das Oszilloskop arbeitet im ungetriggerten Abtastmodus und zeigt die Daten als Punkte an. Die Abtastrate ist fest auf 1 MS/s eingestellt.

***HINWEIS**. Im normalen YT-Modus kann das Oszilloskop ein Signal mit jeder Abtastrate erfassen. Sie können das gleiche Signal auch im XY-Modus anzeigen lassen. Hierzu halten Sie die Erfassung an und wechseln zum XY-Anzeigeformat.*

Die Bedienelemente haben folgende Funktionen:

- Über die Drehknöpfe VOLTS/DIV und VERTIKAL POSITION von Kanal 1 wird die Horizontalskala und -position eingestellt.
- Über die Drehknöpfe VOLTS/DIV und VERTIKAL POSITION von Kanal 2 wird die Vertikalskala und -position eingestellt.

Die folgenden Funktionen können im XY-Anzeigeformat nicht verwendet werden:

- Referenzsignale oder berechnete Signale
- Cursor
- Auto-Setup (setzt das Anzeigeformat automatisch auf YT zurück)
- Zeitbasis-Einstellungen
- Trigger-Steuerungen

Hilfe

Zum Aufrufen des Hilfemenüs drücken Sie die Taste HILFE. In den Hilfethemen werden alle Menüoptionen und Bedienelemente des Oszilloskops beschrieben. Weitere Informationen über das Hilfesystem finden Sie auf Seite ix.

Horizontal

Sie können die horizontalen Bedienelemente zum Ändern der horizontalen Skala und Position von Signalen verwenden. Die Anzeige der horizontalen Position enthält die durch die Bildschirmmitte dargestellte Zeit, wobei die Zeit des Triggers Null entspricht. Durch Änderung der Horizontalskala wird das Signal um die Bildschirmmitte herum gedehnt bzw. gestaucht.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Hauptzeitbasis		Die horizontale Hauptzeitbasis-Einstellung wird zur Anzeige des Signals verwendet
Zoom-bereich		Der Zoombereich wird durch zwei Cursor definiert Der Zoombereich wird über die Drehknöpfe HORIZONTAL POSITION und SEC/DIV eingestellt
Fenster		Zeigt den (auf Bildschirmgröße vergrößerten) Signalausschnitt im Zoombereich
Trigger	Pegel* Holdoff	Hierüber wird festgelegt, ob über den Triggerpegel-Drehknopf der Triggerpegel (in Volt) oder die Holdoff-Zeit (in Sekunden) eingestellt wird Der Holdoff-Wert wird angezeigt

*** Bei einem Video-Trigger mit Synchronisation der Zeilennummer dient der Drehknopf ERWEITERT (Alternativfunktion) zum Umschalten zwischen der Zeilennummer- und der Triggerpegeleinstellung.**

***HINWEIS**. Durch Drücken der horizontalen Optionstasten können Sie zwischen der vollständigen Anzeige eines Signals und einer vergrößerten und damit detailgenaueren Teilanzeige umschalten.*

Die Achse für die vertikale Skala ist die Masse. Nahe der oberen rechten Bildschirmecke wird die aktuelle horizontale Position in Sekunden angezeigt. Ein M steht für die Hauptzeitbasis, ein W für die Fensterzeitbasis. Die horizontale Position wird auf dem Oszilloskop auch mit einem Pfeilsymbol oben im Raster versehen.

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf HORIZONTAL POSITION. Hiermit wird die Triggerposition in Bezug auf die Bildschirmmitte eingestellt.

Taste AUF NULL SETZEN. Hiermit läßt sich die horizontale Position auf Null setzen.

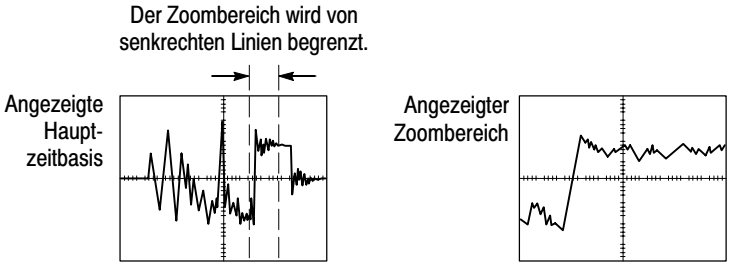
Drehknopf SEC/DIV (Horizontalskala). Hiermit wird die horizontale Zeitskala geändert und damit das Signal vergrößert oder verkleinert.

Wichtige Punkte

SEC/DIV. Wenn die Signalerfassung (mit der Taste RUN/STOP bzw. EINZELFOLGE) angehalten wird, läßt sich das Signal über den Drehknopf SEC/DIC vergrößern oder verkleinern.

Abtastmodus-Darstellung (Rollmodus). Wird der Drehknopf SEC/DIV auf 100 ms/div oder langsamer und der Triggermodus auf Auto eingestellt, arbeitet das Oszilloskop im Abtastmodus. In diesem Modus wird die Signalanzeige von links nach rechts aktualisiert. Während des Abtastmodus kann der Trigger oder die Horizontalposition von Signalen nicht verstellt werden.

Zoombereich. Der Zoombereich wird verwendet, um einen Signalausschnitt detailgenauer betrachten zu können. Die Fenstereinstellung der Zeitbasis kann nicht langsamer eingestellt werden als die Hauptzeitbasis.



Fenster. Vergrößert den Zoombereich, so daß er den ganzen Bildschirm einnimmt.

HINWEIS. *Wenn Sie zwischen der Haupt-, Zoombereichs- und Fensteransicht wechseln, wird jedes über Nachleuchten auf dem Oszilloskopbildschirm gespeicherte Signal gelöscht.*

Holdoff. Mit Holdoff läßt sich die Anzeige unperiodischer Signale stabilisieren. Zu weiteren Informationen über *Trigger-Steuerungen* siehe Seite 99.

Math

Durch Drücken der Taste MENÜ MATH wird die Anzeige mathematischer Signaloperationen aufgerufen. Durch erneutes Drücken dieser Taste wird die Anzeige mathematischer Signaloperationen wieder entfernt. Eine Erläuterung des vertikalen Systems ist auf Seite 112 zu finden.

Operationen	Einstellung	Anmerkung
– (Subtraktion)	CH1 – CH2	Das Signal auf Kanal 2 wird vom Signal auf Kanal 1 subtrahiert
	CH2 – CH1	Das Signal auf Kanal 1 wird vom Signal auf Kanal 2 subtrahiert
	CH3 – CH4*	Das Signal auf Kanal 4 wird vom Signal auf Kanal 3 subtrahiert
	CH4 – CH3*	Das Signal auf Kanal 3 wird vom Signal auf Kanal 4 subtrahiert
+ (Addition)	CH1 + CH2	Kanal 1 und 2 werden addiert
	CH3 + CH4*	Kanal 3 und 4 werden addiert
FFT	Schlagen Sie im Kapitel *Math-FFT* auf Seite 115 nach	

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Wichtige Punkte

VOLTS/DIV. Der Drehknopf VOLTS/DIV wird zur Skaliereung der Signale auf den Kanälen verwendet. Bei dem mathematisch addierten bzw. subtrahierten Signal handelt es sich um die Summe bzw. Differenz der Kanalsignale.

Messung

Drücken Sie auf die Taste MESSUNG, um die automatischen Messungen aufzurufen. Elf automatische Messungen stehen zur Wahl. Bis zu fünf automatische Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen.

Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen. Durch Drücken der Optionstaste Quelle wählen Sie den Kanal aus, auf dem die Messung durchgeführt werden soll. Über die Option Typ legen Sie die Art der Messung fest. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder ins Menü MESSUNG zurückzugelangen und die ausgewählten Messungen anzuzeigen.

Wichtige Punkte

Durchführen von Messungen. Bei einem einzigen Signal können bis zu fünf automatische Messungen gleichzeitig angezeigt werden. (Oder bis zu fünf über mehrere Signale verteilt.) Zum Vornehmen einer Messung muß der Signalkanal eingeschaltet sein, also angezeigt werden.

An Referenzsignalen oder berechneten Signalen sowie bei Verwendung des XY- oder Abtastmodus lassen sich keine automatischen Messungen durchführen. Die Messungen werden ungefähr zweimal pro Sekunde aktualisiert.

Messungsart	Definition
Freq.	Berechnet die Frequenz des Signals durch Messung des ersten Zyklus
Periode	Berechnet die Zeit des ersten Zyklus

Messungsart	Definition
Mittelwert	Berechnet den arithmetischen Mittelwert der Spannung über der gesamten Signalaufzeichnung
Uss	Berechnet die absolute Differenz zwischen den höchsten und niedrigsten Scheitelwerten des gesamten Signals
Effektiv	Berechnet den echten Effektivwert des ersten vollständigen Signalzyklus
Min	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Mindestwert an
Max	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Höchstwert an
Anstiegszeit	Mißt die Zeit zwischen 10% und 90% der ersten steigenden Signalflanke
Abfallzeit	Mißt die Zeit zwischen 90% und 10% der ersten fallenden Signalflanke
+Pulsbreite	Mißt die Zeit zwischen der ersten steigenden und der nächsten fallenden Flanke auf einem Signalpegel von 50%
–Pulsbreite	Mißt die Zeit zwischen der ersten fallenden und der nächsten steigenden Flanke auf einem Signalpegel von 50%
Keine	Führt keinerlei Messung durch

Drucken

Drücken Sie die Taste DRUCKEN, um die Bildschirmdaten des Oszilloskops an einen Drucker oder PC zu übertragen.

Für die Druckfunktion wird das optionale Kommunikations-erweiterungsmodul TDS2CMA benötigt. Dieses Modul umfaßt eine Centronics-, RS-232- sowie GPIB-Schnittstelle.

Ausführliche Betriebshinweise zum *Kommunikationsmodul TDS2CMA* finden Sie auf Seite 127. Zu Bestellinformationen über *Optionales Zubehör* siehe Seite 169.

Tastkopfüberprüfung

Mithilfe des Assistenten zur Tastkopfüberprüfung können Sie schnell überprüfen, ob Ihr Tastkopf ordnungsgemäß funktioniert.

Zum Aufrufen des Assistenten zur Tastkopfüberprüfungs drücken Sie die Taste TASTKOPFÜBERPRÜFUNG. Wenn der Tastkopf richtig angeschlossen und kompensiert wurde und im Oszilloskopmenü VERTIKAL der richtige Tastkopf eingestellt wurde, erscheint am unteren Bildschirmrand die Meldung „in Ordnung“. Andernfalls werden Hinweise zur Behebung des Problems angezeigt.

Speichern/Abrufen

Drücken Sie die Taste SPEICHERN/ABRUFEN, um Oszilloskopeinstellungen oder Signale zu speichern bzw. abzurufen.

Setup

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Setup		Durch Aufrufen von Setup werden die Menüs zum Speichern und Abrufen der Oszilloskopeinstellungen angezeigt.
Setup	1 bis 10	Gibt an, an welchem Speicherplatz die aktuellen Oszilloskopeinstellungen gespeichert bzw. von wo sie abgerufen werden
Speichern		Schließt den Speichervorgang ab
Abrufen		Ruft die über das im Feld Setup festgelegten gespeicherten Oszilloskopeinstellungen ab

Wichtige Punkte

Speichern und Abrufen von Setups. Das komplette Setup wird im nichtflüchtigen Speicher gespeichert. Wenn Sie das Setup abrufen, arbeitet das Oszilloskop in dem vom Setup gespeicherten Modus.

Die aktuelle Einstellung wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes drei Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Abrufen der Grundeinstellung. Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. Zur Anzeige der Optionen und Einstellungen, die das Oszilloskop beim Drücken dieser Taste abruft, siehe *Anhang D: Grundeinstellung* auf Seite 175.

Signale

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Signale		Durch Aufrufen von Signalen wird das Menü zum Speichern und Abrufen von Signalen angezeigt
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Math	Dient zur Auswahl der zu speichernden Signalanzeige
Ref	A B C* D*	Dient zur Auswahl des Referenzspeicherortes zum Speichern oder Abrufen eines Signals
Speichern**		Speichert das Quellensignal am ausgewählten Referenzspeicherort.
Ref(x)	Ein Aus	Zeigt das Referenzsignal an oder entfernt es vom Bildschirm

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

**** Zum Speichern eines Signals als Referenzsignal muß das Signal angezeigt werden.**

Speichern und Abrufen von Signalen. Das abzuspeichernde Signal muß vom Oszilloskop angezeigt werden. Zwei-Kanal-Oszilloskope können in ihrem nichtflüchtigen Speicher zwei Referenzsignale abspeichern. Vier-Kanal-Oszilloskope können vier Referenzsignale speichern, aber nur zwei gleichzeitig anzeigen.

Das Oszilloskop kann sowohl Referenzsignale als auch auf dem Kanal erfaßte Signale anzeigen. Referenzsignale sind nicht einstellbar, das Oszilloskop zeigt jedoch die Horizontal- und Vertikalskala am Fuße des Bildschirms an.

Trigger-Steuerungen

Der Trigger wird im Trigger-Menü und mithilfe der Drehknöpfe auf der Frontplatte eingestellt.

Trigger-Arten

Es stehen drei Trigger-Arten zur Verfügung: Flanke, Video und Impulsbreite. Für jede dieser Trigger-Arten steht eine andere Reihe von Optionen zur Auswahl.

Option	Details
Flanke (Vorgabe)	Triggert das Oszilloskop auf der steigenden oder fallenden Flanke des Eingangssignals, sobald der Triggerpegel (d.h. die Triggerschwelle) erreicht wird
Video	Zeigt Composite-Videosignale des NTSC- bzw. PAL/SECAM-Standards an. Es kann auf Halbbilder oder Zeilen des Videosignals getriggert werden; lesen Sie die Beschreibung unter *Video* auf Seite 104
Impuls	Triggert auf verzerrte Impulse; lesen Sie die Beschreibung unter *Impulsbreiten-Trigger* auf Seite 105

Flankentrigger

Verwenden Sie die Flanken-Triggerung, um auf steigende oder fallende Flanken von Eingangssignalen an der Triggerschwelle zu triggern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Flanke		Wenn Flanke aktiviert ist, triggert das Oszilloskop auf die steigende oder fallende Flanke des Eingangssignals
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Ext. Ext./5 Netz	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal; siehe auch Seite 102
Flanke	Steigend Fallend	Dient zur Auswahl des Triggers auf der steigenden oder fallenden Signalflanke
Modus	Auto Normal	Zur Auswahl der Trigger-Art; siehe Seite 101
Kopplung	AC DC Noise reject HF reject LF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden; siehe Seite 100

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Triggerfrequenz-Anzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

Wichtige Punkte

Verfügbare Modi.

Modus	Details
Auto (Vorgabe)	Das Oszilloskop erzwingt einen Trigger, wenn binnen einer bestimmten, über SEC/DIV eingestellten Zeit keiner erkannt wird. Dieser Modus eignet sich für viele Situationen, z.B. bei der Überwachung der Amplitude des Ausgangs einer Spannungsversorgung Dieser Modus wird für eine freilaufende -Signalerfassung in Abwesenheit eines gültigen Triggers verwendet. Hierbei ist eine ungetriggerte Signalabtastung mit 100 ms/div oder langsameren Zeitbasis-Einstellungen möglich
Normal	Die angezeigten Signale werden nur dann aktualisiert, wenn das Oszilloskop eine gültige Triggerbedingung erkennt. Auf dem Oszilloskop werden solange die alten Signale angezeigt, bis sie durch neue ersetzt werden Verwenden Sie diesen Modus, wenn nur gültige getriggerte Signale angezeigt werden sollen; bei Verwendung dieses Modus zeigt das Oszilloskop erst nach dem ersten Trigger ein Signal an

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste EINZELFOLGE.

Quelle-Optionen.

Quelle-Option	Details
Nummerierte Kanäle	Triggert auf einen Kanal, ganz gleich ob das Signal angezeigt wird oder nicht
Ext.	Das Triggersignal wird nicht angezeigt. Bei der Option Ext. wird das über den EXT TRIG-BNC-Stecker auf der Frontplatte eingespeiste Signal verwendet. Der Triggerpegel muß zwischen + 1,6 V und – 1,6 V liegen
Ext./5	Im Prinzip das gleiche wie bei der Option Ext., nur daß hier das Signal um den Faktor fünf abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +8 V und –8 V zulässig ist
Netz	Hierbei wird ein Signal der Netzspannung als Triggerquelle benutzt. Die Trigger-Kopplung ist auf DC und der Triggerpegel auf 0 Volt eingestellt Wird verwendet, wenn Sie von der Frequenz des Leistungsnetzes abhängige Signale analysieren müssen wie beispielsweise Beleuchtungsausrüstung und Geräte zur Stromversorgung; das Oszilloskop erzeugt den Trigger automatisch und stellt die Trigger-Kopplung automatisch auf DC und den Triggerpegel automatisch auf Null Volt ein Die Option Netz steht nur dann zur Verfügung, wenn die Triggerart Flanke ausgewählt wurde

***HINWEIS**. Um ein Ext.-, Ext./5- oder Netz-Triggersignal anzuzeigen, halten Sie die Taste TRIG ANZEIGE gedrückt.*

Kopplung. Mit der Kopplung läßt sich das zum Triggern einer Erfassung verwandte Triggersignal filtern.

Option	Details
DC	Läßt alle Signalanteile durch.
Noise reject	Fügt der Triggerschaltung eine Hysterese hinzu. Dadurch wird die Empfindlichkeit verringert und die Gefahr gesenkt, daß das Oszilloskop versehentlich auf Störrauschen triggert
HF reject	Dämpft die hochfrequenten Anteile über 80 kHz
LF reject	Sperrt den Gleichspannungsanteil und dämpft die niederfrequenten Anteile unter 300 kHz
AC	Sperrt Gleichstromanteile und dämpft Signale unter 10 Hz

***HINWEIS**. Die Trigger-Kopplung betrifft nur das Signal, das ins Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.*

Vortrigger. Die Triggerposition wird üblicherweise auf die horizontale Bildschirmmitte eingestellt. Auf diese Weise werden fünf Skalenteile mit Vortrigger-Informationen angezeigt. Durch Einstellen der Horizontalposition des Signals lassen sich mehr oder weniger Vortrigger-Informationen anzeigen.

Video-Trigger

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Video		Ist Video aktiviert, wird auf die Standard-Videosignale NTSC, PAL oder SECAM getriggert Die Trigger-Kopplung wird auf AC voreingestellt
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Ext. Ext./5	Die Eingangsquelle wird als Triggersignal ausgewählt Ext. und Ext./5 verwenden das Signal, das als Quelle am EXT TRIG.-Stecker anliegt
Polarität	Normal Invertiert	Normale Trigger auf der negativen und invertierte Trigger auf der positiven Flanke des Synchronimpulses
Synchronisation	Alle Zeilen Zeilennummer Ungerades Halbbild Gerades Halbbild Alle Halbbilder	Dient zur Auswahl der passenden Videosynchronisation Drehen Sie den Knopf ERWEITERT, um eine bestimmte Zeilennummer auszuwählen, nachdem Sie die Synchronisationsoption Zeilennummer aktiviert haben
Standard	NTSC PAL/SECAM	Hierüber wird der Videostandard für die Synchronisation und die Zählung der Zeilennummern ausgewählt

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

Wichtige Punkte

Synchronisationsimpulse. Wenn Sie Normale Polarität wählen, tritt der Trigger immer bei negativen Synchronisationsimpulsen auf. Falls das Videosignal positive Synchronisationsimpulse aufweist, verwenden Sie die Invertierte Polarität.

Impulsbreiten-Trigger

Die Impulsbreiten-Triggerung wird zur Triggerung auf verzerrte Impulse verwandt.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Impuls		Ist Impuls eingestellt, dann wird auf Impulse getriggert, die die in den Optionen Quelle, Wenn und Impulsbreite einstellen festgelegten Triggerbedingungen erfüllen
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4* Ext. Ext./5	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal
Wenn	= ≠ < >	Hier wird festgelegt, auf welche Weise der Trigger-Impuls mit dem in der Option Impulsbreite einstellen ausgewählten Wert verglichen werden soll
Impulsbreite einstellen	33 ns bis 10,0 s	Verwenden Sie diese Option zum Einstellen einer Breite über den Trigger-Drehknopf ERWEITERT
Polarität	Positiv Negativ	Zur Triggerung auf einen positiven oder negativen Impuls
Modus	Auto Normal	Zur Auswahl der Trigger-Art; Für die meisten Anwendungen mit Impulsbreiten–Trigger empfiehlt sich der Normalmodus
Kopplung	AC DC Noise reject HF reject LF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignal-komponenten, die in den Trigger-schaltkreis geleitet werden; siehe auch Flankentrigger auf Seite 100
Weiter		Zum Umblättern zwischen den Seiten eines Untermenüs

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**

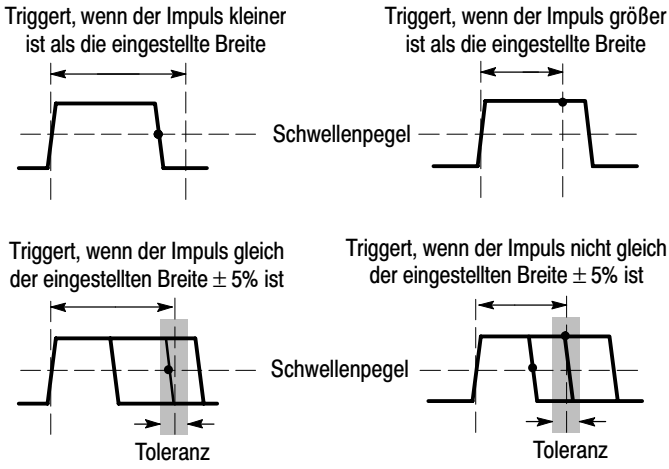
Triggerfrequenz-Anzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

Wichtige Punkte

Triggern wenn. Die Impulsbreite der Quelle muß auf ≥5 ns eingestellt sein, damit der Impuls vom Oszilloskop erkannt wird.

Wenn-Optionen	Details
= ≠	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Signals abzüglich einer ±5% Toleranz gleich oder ungleich der angegebenen Impulsbreite ist
< >	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Quellensignals kleiner oder größer ist als die angegebene Impulsbreite



Ein Beispiel für die Triggerung auf verzerrte Impulse finden Sie auf Seite 60.

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf PEGEL bzw. ERWEITERT. Zum Einstellen des Triggerpegels, Trigger-Holdoffs, der Video-Zeilennummer oder Impulsbreite. Die Hauptfunktion dieses Drehknopfes besteht in der Einstellung des Triggerpegels. Ist eine Alternativfunktion aktiv, dann leuchtet die LED neben ERWEITERT.

ERWEITERT	Beschreibung
Holdoff	Hierüber wird die Zeit eingestellt, die vor Erkennung eines weiteren Trigger-Ereignisses ablaufen muß. Zum Umschalten zwischen Triggerpegel und Holdoff ändern Sie die Triggerknopf-Option im Menü Horizontal
Video-Zeilennummer	Dient zur Einstellung einer bestimmten Zeilennummer auf dem Oszilloskop, wenn die Trigger-Art auf Video und die Synchronisation auf Zeilennummer gestellt wurde
Impulsbreite	Dient zur Einstellung der Impulsbreite, wenn die Trigger-Art auf Impuls gesetzt und die Option Impulsbreite einstellen ausgewählt wurde

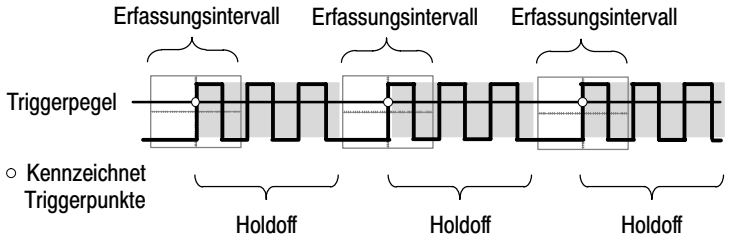
Taste AUF 50% SETZEN. Drücken Sie die Taste AUF 50% SETZEN, wenn ein Signal schnell stabilisiert werden soll. Das Oszilloskop stellt den Triggerpegel automatisch etwa auf die Hälfte zwischen dem niedrigsten und höchsten Spannungspegel ein. Dies macht Sinn, wenn Sie ein Signal über den EXT TRIG-BNC-Stecker einspeisen und die Triggerquelle auf Ext. oder Ext./5 einstellen.

Taste TRIG ZWANG. Drücken Sie die Taste TRIG ZWANG, um die Erfassung des aktuellen Signals abzuschließen, ganz gleich ob das Oszilloskop einen Trigger erkennt oder nicht. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich bei Einzelfolgeerfassungen und im Triggermodus Normal. (Im Auto-Triggermodus erzwingt das Oszilloskop die Trigger automatisch und periodisch, wenn kein Trigger erkannt wird.)

Taste TRIG VIEW. Der Trigger View-Modus wird verwendet, um das konditionierte Triggersignal auf dem Oszilloskop anzuzeigen. In diesem Modus werden folgende Informationen angezeigt: Auswirkungen der Option Trigger-Kopplung und Triggerquelle Netz sowie das über den EXT TRIG-BNC-Eingang eingespeiste Signal.

HINWEIS. *Diese Taste ist die einzige Taste, die gedrückt gehalten werden muß, um sie zu verwenden. Wenn Sie die Taste TRIG VIEW gedrückt halten, ist die Taste DRUCKEN die einzige weitere verfügbare Taste. Alle anderen Tasten auf der Frontplatte des Oszilloskops sind deaktiviert. Die Drehknöpfe sind auch weiterhin aktiviert.*

Holdoff. Die Funktion Trigger-Holdoff wird zur Stabilisierung der Anzeige von komplexen Signalen wie beispielsweise Impulsfolgen verwenden. Holdoff ist die Zeit zwischen dem Erkennen eines Trigger-Zeitpunkts und dem Zeitpunkt, wenn es bereit ist, einen anderen zu erkennen. Während der Holdoff-Zeit triggert das Oszilloskop nicht. Bei einer Impulsfolge können Sie die Holdoff-Zeit einstellen, so daß das Oszilloskop nur auf den ersten Impuls der Impulsfolge triggert.



Triggersignale werden während der Holdoffzeit nicht erkannt.

Zur Verwendung des Trigger-Holdoffs drücken Sie die Taste MENÜ HORIZ und stellen den Triggerknopf auf Holdoff. Die LED neben ERWEITERT leuchtet, wenn diese alternative Funktion aktiviert ist. Der Holdoff wird durch Drehen des Knopfes eingestellt.

Dienstprogramm

Zum Aufrufen des Dienstprogramms drücken Sie die Taste DIENSTPGM. Das Menü Dienstprogramm wird geändert, wenn das Erweiterungsmodul TDS2CMA hinzugefügt wird. Hinweise zum Erweiterungsmodul finden Sie im übernächsten Kapitel.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Systemstatus		Zeigt eine Zusammenfassung sämtlicher Oszilloskopeinstellungen an
Optionen	Darstellart*	Die Bildschirmdaten werden schwarz auf weiß bzw. weiß auf schwarz dargestellt
	Drucker-einstellung**	Das Setup für den Drucker wird angezeigt; siehe Seite 131
	RS232-Einstellung**	Das Setup für die RS-232-Schnittstelle wird angezeigt; siehe Seite 134
	GPIB-Einstellung**	Das Setup für die GPIB-Schnittstelle wird angezeigt; siehe Seite 143
Selbst-Kalibr.		Nimmt eine Selbstkalibrierung vor
Fehlerprotokoll		Enthält eine Liste aller protokollierten Fehler Diese Liste sollten Sie parat haben, wenn Sie sich an den Tektronix-Kundendienst wenden
Sprache	Englisch Französisch Deutsch Italienisch Spanisch Portugiesisch Japanisch Koreanisch Chinesisch vereinfacht Chinesisch traditionell	Hier wählen Sie die gewünschte Sprache des Betriebssystems aus.

*** Nur bei Oszilloskopen der Serie TDS1000 verfügbar.**

**** Nur bei installiertem Kommunikationsmodul TDS2CMA verfügbar.**

Wichtige Punkte

Selbstkalibrierung. Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie das Oszilloskop in Hinblick auf die Umgebungstemperatur auf eine maximale Meßgenauigkeit optimieren. Um eine maximale Genauigkeit zu gewährleisten, sollten Sie die Selbstkalibrierung durchführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5 °C oder mehr ändert. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Systemstatus

Wenn Sie im Menü Dienstprogramm den Systemstatus auswählen, werden die verfügbaren Menüs angezeigt, über die eine Liste zu jeder Gruppe von Oszilloskopeinstellungen abgerufen werden kann.

Zum Entfernen des Statusbildschirms drücken Sie eine beliebige Menütaste auf der Frontplatte.

Optionen	Anmerkung
Horizontal	Listet die horizontalen Kanalparameter auf
Vertikal	Listet die vertikalen Kanalparameter auf
Trigger	Listet die Triggerparameter auf
Versch.	Zeigt das Oszilloskopmodell sowie die Versionsnummer der Software an Falls Sie das Erweiterungsmodul TDS2CMA installiert haben, werden auch die dazugehörigen Kommunikationsparameter angezeigt

Vertikal

Sie können die vertikalen Bedienelemente verwenden, um Signale anzuzeigen, die vertikale Position und Skalierung einzustellen sowie um Eingangsparameter festzulegen. Eine Erläuterung der vertikalen Mathematikfunktionen finden Sie auf Seite 93.

Vertikale Kanalmenüs

Für jeden Kanal gibt es ein eigenes vertikales Menü. Jede Option kann für jeden Kanal einzeln eingestellt werden.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Kopplung	DC AC Masse	Bei DC werden sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstromanteile des Eingangssignals durchgelassen Bei AC werden die Gleichstromanteile des Eingangssignals gesperrt und Signale unter 10 Hz gedämpft Bei Masse wird das Eingangssignal entkoppelt
Bandbreite	20 MHz* Aus	Begrenzt die Bandbreite, um das Rauschen in der Signalanzeige zu verringern; filtert das Signal, um Störrauschen und andere unerwünschte hochfrequente Anteile zu reduzieren
Volts/Div	Grob Fein	Auswahl der Auflösung über den Drehknopf Volts/Div Grob legt die Sequenz 1-2-5 fest. Bei Fein wird die Auflösung auf schmale Schritte zwischen den groben Einstellungen geändert
Tastkopf	1X 10X 100X 1000X	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die passende Tastkopfdämpfung eingestellt
Invertier.	Ein Aus	Das Signal wird invertiert

*** Bei einem 1-fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

***HINWEIS**. Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsamer ab (je nach Modell 60 MHz, 100 MHz oder 200 MHz, bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher sind als die Oszillokopbandbreite. Dennoch sind die Betragsdaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.*

Drehknöpfe

Drehknöpfe VERTIKAL POSITION. Durch Drehen der Knöpfe VERTIKAL POSITION werden die Kanalsignale auf dem Bildschirm nach oben bzw. unten verschoben.

Drehknöpfe VOLTS/DIV. Mit den Drehknöpfen VOLTS/DIV wird bestimmt, wie das Oszilloskop das Quellensignal von Kanalsignalen verstärkt oder dämpft. Wenn Sie den Knopf VOLTS/DIV drehen, wird die vertikale Größe des Signals auf dem Oszilloskop-Bildschirm in Bezug auf die Masse vergrößert oder verkleinert.

Wichtige Punkte

Massekopplung. Verwenden Sie die Massekopplung, um ein Null-Volt-Signal anzuzeigen. Der Kanaleingang wird intern an einen Null-Volt-Referenzpegel angelegt.

Feine Auflösung. Auf der vertikalen Skala wird die tatsächliche Volts/Div-Einstellung angezeigt, während die Feineinstellung aktiviert ist. Wird die Einstellung auf Grob geändert, ändert sich die Vertikalskala erst bei Betätigung des Drehknopfs VOLTS/DIV.

U in Pegel- und Delta-Anzeigen. Die Vertikalempfindlichkeit sollte zu den für mathematische Operationen verwendeten Signalen passen. Wenn dies nicht der Fall ist und Sie zum Messen des Signalergebnisses einer mathematischen Operation Cursor einsetzen, wird ein U für Unbekannt angezeigt (Einheiten oder Skalierung unbekannt).

Signal entfernen. Um ein Signal vom Bildschirm zu entfernen, drücken Sie die Menütaste des Kanals, auf dem sein vertikales Menü angezeigt wird. Drücken Sie die Menütaste erneut, um das Signal zu entfernen.

***HINWEIS**. Sie brauchen kein Kanalsignal anzuzeigen, um es als Triggerquelle oder für mathematische Berechnungen zu verwenden.*

Math-FFT

Dieses Kapitel umfaßt ausführliche Informationen zur Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = Fast Fourier Transformation). Der FFT-Mathematikmodus wird verwendet, um ein Zeitbereichssignal (YT) in seine Frequenzanteile (Spektrum) umzurechnen. In diesem Modus werden folgende Signalarten angezeigt:

- Analysieren der Oberwellen in Stromversorgungsnetzen
- Messen von Oberwellengehalt und Verzerrungen in Systemen
- Charakterisierung von Störsignalen in Gleichstromversorgungen
- Testen der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Analysieren von Vibrationen

Um den Math-FFT-Modus anzuwenden, verfahren Sie wie folgt:

- Stellen Sie das Quellensignal (Zeitbereich) ein.
- Lassen Sie das FFT-Spektrum anzeigen.
- Wählen Sie einen FFT-Fenstertyp aus.
- Stellen Sie die Abtastrate so ein, daß die Grundfrequenz und die Oberwellen ohne Aliasing angezeigt werden.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion zur Vergrößerung des Spektrums.
- Messen Sie das Spektrum mithilfe der Cursor.

Einstellung des Zeitbereichssignals

Vor Verwendung des FFT-Modus müssen Sie das Zeitbereichssignal (YT) einstellen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie **AUTO-SETUP**, um ein YT-Signal anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION**, um das YT-Signal senkrecht in der Bildmitte zu zentrieren (Nullinie).

   Dadurch wird sichergestellt, daß die FFT einen echten Gleichstromwert anzeigt.
3. Drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION**, um den zu analysierenden Teil des YT-Signals in den acht mittleren Bildschirm-Skalenteilen zu positionieren.

   Das FFT-Spektrum wird vom Oszilloskop mithilfe der mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals berechnet.
4. Drehen Sie den Knopf **VOLTS/DIV**, um sicherzugehen, daß das gesamte Signal auf dem Bildschirm sichtbar bleibt. Falls nicht das gesamte Signal zu sehen ist, zeigt das Oszilloskop unter Umständen fehlerhafte FFT-Ergebnisse an (durch Hinzufügung hochfrequenter Anteile).
5. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die gewünschte Auflösung des FFT-Spektrums einzustellen.
6. Stellen Sie das Oszilloskop sofern möglich so ein, daß viele Signalzyklen angezeigt werden.

   Wenn Sie den Knopf SEC/DIV drehen, um eine schnellere Einstellung (weniger Zyklen) auszuwählen, wird ein breiterer Frequenzbereich des FFT-Spektrums angezeigt und die Möglichkeit für Aliasing verringert (siehe Seite 122). Allerdings zeigt das Oszilloskop dann auch eine niedrigere Frequenzauflösung an.

Zur Einstellung der FFT-Anzeige verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie auf die Taste MENÜ MATH.

2. Stellen Sie den Betrieb auf FFT ein.

3. Wählen Sie den Quellenkanal für Math-FFT aus.

In vielen Fällen ist das Oszilloskop in der Lage, ein zweckmäßiges FFT-Spektrum anzuzeigen, auch wenn nicht auf das YT-Signal getriggert wird. Dies gilt besonders für periodische Signale oder unkorrelierte Störsignale.

***HINWEIS**. Stör- oder Burstsignale sollten getriggert und so nahe wie möglich an der Bildschirmmitte plaziert werden.*

Nyquist-Frequenz

Die höchste Frequenz, die ein digitales Echtzeit-Oszilloskop überhaupt fehlerfrei messen kann, beträgt die Hälfte der Abtastrate. Diese Frequenz wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzdaten oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfaßt, wodurch es zu dem auf Seite 122 beschriebenen Aliasing kommt.

Anhand der Mathematikfunktion werden die mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals in ein FFT-Spektrum umgerechnet. Das daraus resultierende FFT-Spektrum umfaßt 1024 Punkte von Gleichspannung (0 Hz) bis hin zur Nyquist-Frequenz.

Normalerweise wird das FFT-Spektrum bei der Anzeige horizontal auf 250 Punkte komprimiert. Zur Vergrößerung des FFT-Spektrums können Sie allerdings auch die Zoomfunktion nutzen, um die Frequenzanteile detaillierter zu betrachten, und zwar an jedem der 1024 Datenpunkte des FFT-Spektrums.

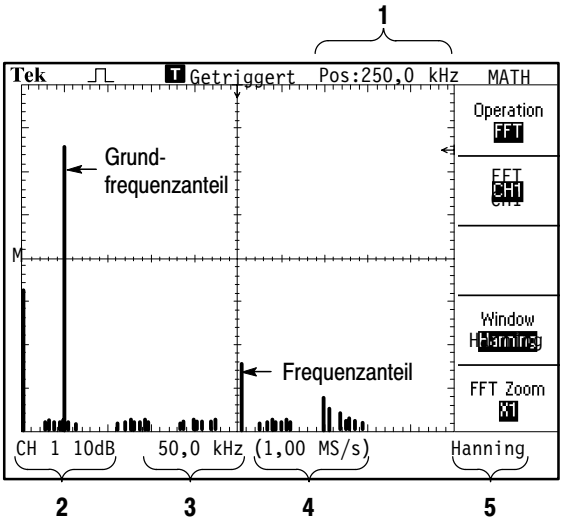
***HINWEIS**. Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsam ab (je nach Modell 60 MHz, 100 MHz oder 200 MHz, bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher sind als die Oszillokopbandbreite. Dennoch sind die Betragsdaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.*

Anzeige des FFT-Spektrums

Drücken Sie die Taste MENÜ MATH, um das Menü Math anzuzeigen. Wählen Sie den Quellenkanal, Fensteralgorithmus und FFT-Zoomfaktor aus den Optionen aus. Es kann jeweils nur ein einziges FFT-Spektrum angezeigt werden.

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Quelle	CH1 CH2 CH3* CH4*	Zur Auswahl des als FFT-Quelle verwendeten Kanals
Fenster	Hanning Flattop Rectangular	Zur Auswahl des FFT-Fenstertyps, weitere Hinweise finden Sie auf Seite 120
FFT-Zoom	X1 X2 X5 X10	Zur Änderung der horizontalen Vergrößerung der FFT-Anzeige. Weitere Hinweise finden Sie auf Seite 124

*** Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.**



1. Frequenz auf der mittleren Rasterlinie

2. Vertikalskala in dB pro Skalenteil (0 dB = 1 V_{eff})

3. Horizontalskala in Frequenz pro Skalenteil

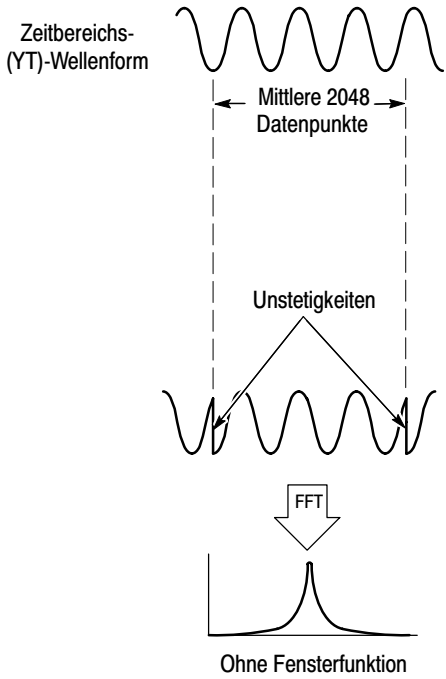
4. Abtastrate in Anzahl der Samples pro Sekunde

5. FFT-Fenstertyp

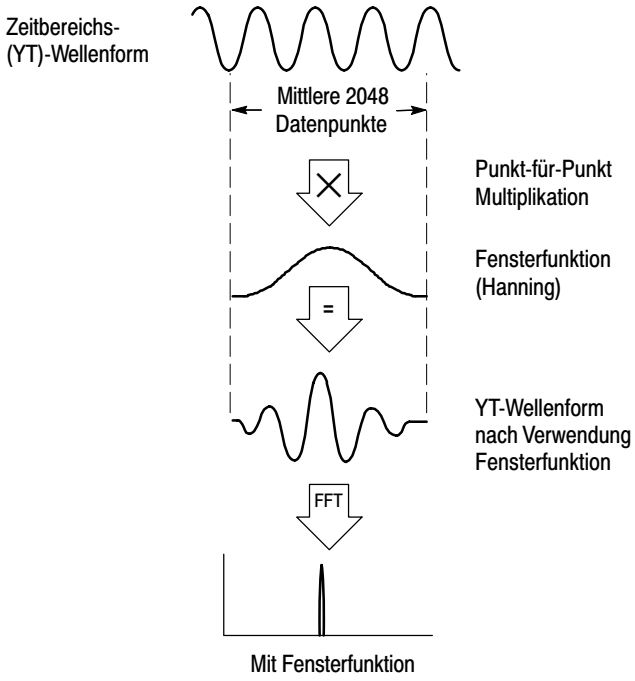
Auswahl eines FFT-Fensters

Mithilfe der Fenster lassen sich Spektralverluste in einem FFT-Spektrum verringern. Bei FFT wird davon ausgegangen, daß sich das YT-Signal endlos wiederholt. Mit einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen (1, 2, 3 usw.) beginnt und endet das YT-Signal mit der gleichen Amplitude und es gibt keine Sprünge in der Signalform.

Eine nicht ganzzahlige Anzahl Zyklen im YT-Signal bewirkt unterschiedliche Amplituden des Anfangs- und Endpunkts des Signals. Die Übergänge zwischen Start- und Endpunkt verursachen Sprünge im Signal, die Hochfrequenz-Störspitzen einführen.



Durch Anwendung eines Fensters auf das YT-Signal wird das Signal geändert, so daß die Start- und Stop-Werte nahe beieinander liegen und FFT-Signalsprünge reduziert werden.

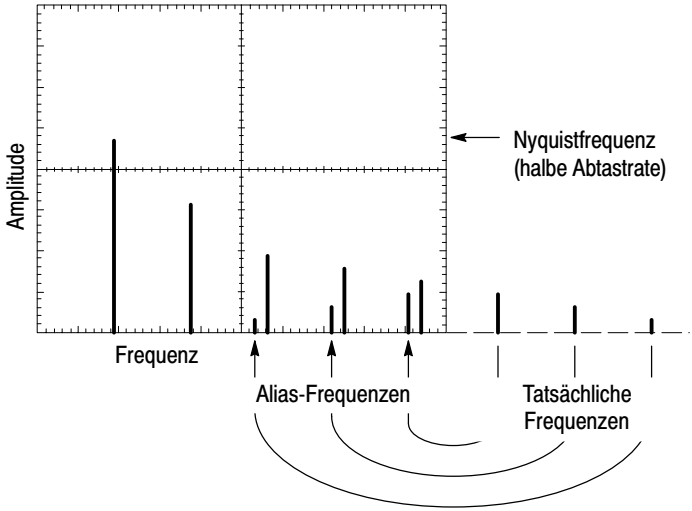


Die Funktion Math-FFT umfaßt drei FFT-Fensteroptionen. Bei jedem Fenstertyp muß zwischen Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit abgewogen werden. Was Sie messen möchten und die Eigenschaften des Quellensignals helfen Ihnen bei der Auswahl des Fensters.

Fenster	Messung	Merkmal
Hanning	Periodische Signale	Höhere Frequenz-, geringere Größengenauigkeit als Flattop
Flattop	Periodische Signale	Höhere Größen-, geringere Frequenzgenauigkeit als Hanning
Rectangular	Impulse oder Transienten	Spezialfenster für Signale, die keine Sprünge aufweisen; liefert im Grunde ein Ergebnis, das auch ohne Auswahl eines Fensters erzielt wird

FFT-Aliasing

Probleme treten dann auf, wenn das Oszilloskop ein Zeitbereichssignal mit Frequenzanteilen erfaßt, die größer sind als die Nyquist-Frequenz (siehe *Nyquist-Frequenz* auf Seite 117). Frequenzanteile oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfaßt und erscheinen als niedrigere Frequenzanteile, die um die Nyquist-Frequenz herum „zurückgefaltet“ werden. Diese nicht korrekten Komponenten werden Aliase genannt.



Ausschalten von Aliasing

Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

- Drehen Sie den Knopf SEC/DIV, um eine schnellere Abtastrate einzustellen. Da Sie mit der Abtastrate auch die Nyquist-Frequenz erhöhen, müßten die Alias-Frequenzkomponenten mit der korrekten Frequenz angezeigt werden. Wenn auf dem Bildschirm zu viele Frequenzanteile erscheinen, können Sie die FFT-Zoomoption verwenden, um das FFT-Spektrum zu vergrößern.

- Falls die Anzeige von Frequenzanteilen über 20 MHz für Sie unwichtig ist, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung ein.
- Sie können auch einen externen Filter an das Quellensignal anlegen, um seine Bandbreite auf Frequenzen unterhalb der Nyquist-Frequenz zu beschränken.
- Erkennen und ignorieren Sie die Aliasfrequenzen.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion und Cursor zur Vergrößerung und Messung des FFT-Spektrums.

Vergrößerung und Messung eines FFT-Spektrums.

Sie können das FFT-Spektrum vergrößern und mit den Cursorn Messungen daran durchführen. Das Oszilloskop verfügt über eine FFT-Zoomoption zur horizontalen Vergrößerung. Zur vertikalen Vergrößerung verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente.

Horizontalzoom und Position

Mit der FFT-Zoomoption können Sie das FFT-Spektrum horizontal vergrößern, ohne dabei die Abtastrate zu verändern. Es gibt die Zoomfaktoren X1 (Vorgabe), X2, X5 und X10. Bei einem Zoomfaktor von X1 und dem im Raster zentrierten Signal liegt die linke Rasterlinie auf 0 Hz und die rechte Rasterlinie auf der Nyquist-Frequenz.

Wenn Sie den Zoomfaktor ändern, wird das FFT-Spektrum auf der mittleren Rasterlinie vergrößert. Mit anderen Worten ist die mittlere Rasterlinie der Bezugspunkt der horizontalen Vergrößerung.

Drehen Sie den Knopf HORIZONTAL POSITION im Uhrzeigersinn, um das FFT-Spektrum nach rechts zu verschieben. Drücken Sie die Taste AUF NULL SETZEN, um die Spektrumsmitte auf die Rastermitte zu setzen.

Vertikalzoom und Position

Wenn das FFT-Spektrum angezeigt wird, werden die Drehknöpfe für den vertikalen Kanal zu Zoom- und Positionssteuerungen für den jeweiligen Kanal. Über den Drehknopf VOLTS/DIV lassen sich die Zoomfaktoren X0,5, X1 (Vorgabe), X2, X5 und X10 einstellen. Das FFT-Spektrum wird rund um den M-Marker vertikal vergrößert (Referenzpunkt des berechneten Signals auf der linken Bildschirmseite).

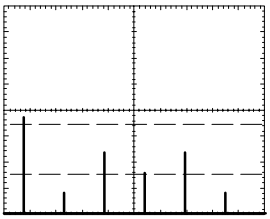
Drehen Sie den Knopf VERTIKAL POSITION im Uhrzeigersinn, um das FFT-Spektrum nach oben zu verschieben.

Messung eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn

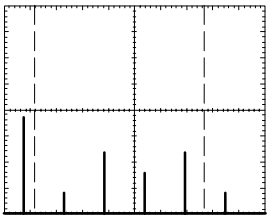
An FFT-Spektren lassen sich zwei Messungen vornehmen: Betrag (in dB) und Frequenz (in Hz). Der Betrag wird auf 0 dB bezogen, wobei 0 dB gleich 1 V_{eff}. Mit den Cursorn können Sie Messungen mit jedem Zoomfaktor durchführen.

Drücken Sie CURSOR ▶ Quelle und wählen Sie Math. Drücken Sie die Optionstaste Typ, um entweder Betrag oder Frequenz auszuwählen. Verschieben Sie Cursor 1 und 2 durch Drehen der Vertikal Position-Knöpfe.

Mit den horizontalen Cursorn messen Sie den Betrag, mit den vertikalen Cursorn die Frequenz. Die Differenz (Delta) zwischen den beiden Cursorn wird angezeigt, der Wert an Cursorposition 1 und der Wert an Cursorposition 2. Delta ist der Absolutwert von Cursor 1 minus Cursor 2.



Betragscursor



Frequenzcursor

Sie können auch eine Frequenzmessung durchführen. Hierzu drehen Sie den Knopf Horizontal Position, um einen Frequenzanteil auf der mittleren Rasterlinie zu plazieren, und lesen die Frequenz oben rechts von der Anzeige ab.

Kommunikationsmodul TDS2CMA

In diesem Kapitel geht es um die Verwendung des optionalen Kommunikationserweiterungsmoduls TDS2CMA für Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000. Über dieses Modul wird das Oszilloskop um RS232-, GPIB- und Centronics-Schnittstellen erweitert, um es an Peripheriegeräte wie Drucker und PCs anschließen zu können. Zu Bestellinformationen siehe Seite 169.

Hier wird erläutert, wie Sie vorgehen müssen, um:

- Das Erweiterungsmodul einzubauen
- Die RS-232-Schnittstelle einzurichten und zu überprüfen
- Die GPIB-Schnittstelle einzurichten und zu überprüfen
- Bildschirmdaten an ein externes Gerät wie Drucker oder Computer zu übertragen

Ein- und Ausbau des Erweiterungsmoduls

Hier erfahren Sie, wie Sie das Installationsmodul ordnungsgemäß ins Oszilloskop einsetzen und auch wieder ausbauen.

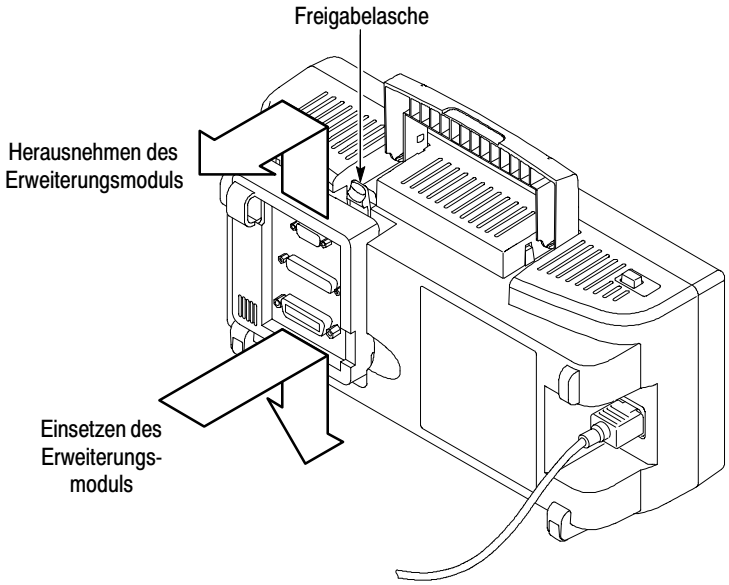
VORSICHT. *Die Bauteile des Moduls und Oszilloskops können durch elektrostatische Entladung beschädigt werden. Um dies zu verhindern, sollten Sie sich bei Einbau, Ausbau und Handhabung des Moduls unbedingt an die unten aufgeführten Vorsichtsmaßnahmen halten.*

Nach dem Ausbau des Moduls installieren Sie das Blindmodul zum Schutz der Kontaktstifte.

- Schalten Sie das Oszilloskop immer aus, bevor Sie das Modul ein- oder ausbauen.
- Fassen Sie das Modul möglichst wenig an.
- Transportieren und lagern Sie das Modul nur in Beuteln oder Behältern, die gegen statische Aufladung geschützt sind.
- Schieben Sie das Modul nicht hin und her.
- Tragen Sie beim Ein- oder Ausbau des Moduls ein geerdetes Antistatik-Armband, das die statische Aufladung des Körpers gefahrlos ableitet.
- Berühren Sie die Kontaktstifte des Oszilloskopmoduls nicht.
- An Arbeitsplätzen, an denen das Modul ein- oder ausgebaut wird, dürfen sich keine Geräte befinden, die statische Ladungen erzeugen oder sammeln können.
- Nach Möglichkeit ist auch jeder Umgang mit dem Modul an Plätzen zu vermeiden, deren Tisch- oder Bodenbeläge statische Aufladungen verursachen können.
- Stellen Sie sicher, daß die Modulabdeckung angebracht wurde, nachdem Sie das eigentliche Modul entfernt haben.

Ausbau des Erweiterungsmoduls

Beachten Sie die oben erläuterten Vorsichtsmaßnahmen beim Ausbau des Erweiterungsmoduls und schauen Sie sich die Abbildung unten an.



Einsetzen des Erweiterungsmoduls

Vergewissern Sie sich, daß die Modulnasen mit den Kontaktstiften des Oszilloskops fluchten und drücken Sie das Modul in die vorgesehene Aussparung, bis es einrastet.

Überprüfen des Moduleinbaus

Um den richtigen Einbau des Moduls zu überprüfen, schalten Sie das Oszilloskop ein. Auf dem Bildschirm, der beim Einschalten des Oszilloskops erscheint, sollte das Modul TDS2CMA aufgeführt sein und die Meldung erscheinen „Selbsttests in Ordnung“. Falls das Oszilloskop das Modul beim Einschalten nicht erkennt, folgen Sie den Anweisungen unter *Fehlerbehebung bei der Modulinstallation*.

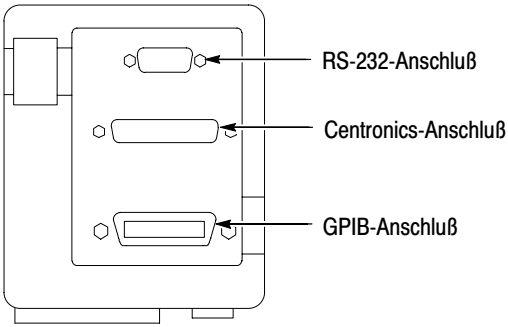
Fehlerbehebung bei der Modulinstallation

Falls das Oszilloskop das Modul beim Einschalten nicht erkennt, ist wie folgt vorzugehen:

1. Schalten Sie das Oszilloskop aus.
2. Führen Sie die Vorkehrungen zur elektrostatischen Entladung durch, die auf Seite 128 aufgeführt sind.
3. Ziehen Sie sämtliche Kabel vom Modul ab.
4. Nehmen Sie das Modul wie auf Seite 129 beschrieben aus dem Oszilloskop.
5. Untersuchen Sie das Oszilloskop auf verbogene, beschädigte oder fehlende Kontaktstifte. Biegen Sie verbogene Stifte vorsichtig wieder gerade.
6. Setzen Sie das Modul wieder ins Oszilloskop ein.
7. Schalten Sie das Oszilloskop ein. Sollte das Oszilloskop immer noch nicht anzeigen, daß das Modul installiert wurde, wenden Sie sich an den Tektronix-Kundendienst in Ihrer Nähe.

Übertragen der Bildschirmdaten an ein externes Gerät

Über das Modul TDS2CMA lassen sich die Oszilloskop-Bildschirmdaten an ein externes Gerät wie Steuereinheit, Drucker oder Computer übertragen.



Druckereinstellung

So gehen Sie vor, um das Modul einzustellen:

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Drücken Sie **DIENSTPGM.▶ Optionen ▶ Druckereinstellung**.
3. Drücken Sie auf die Optionstasten, um die Einstellungen auf den von Ihnen verwendeten Drucker abzustimmen. In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen aufgeführt, die geändert werden können.

HINWEIS. *Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen solange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird.*

Option	Einstellungen	Anmerkung
Seiten-ausrichtung	Hochformat, Querformat	Legt die Seitenausrichtung des bedruckten Mediums fest
Format	Thinkjet, Deskjet, Laser Jet, Bubble Jet, Epson, BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE, DPU411, DPU412, DPU3445	Gerätetyp, der an die Kommunikationsschnittstelle angeschlossen wird
Schnittstelle	Centronics, RS-232, GPIB	Zum Anschluß des Oszilloskops an den Drucker verwendete Kommunikationsschnittstelle
Ink Saver*	Ein, Aus	Ist diese Funktion eingeschaltet, werden die Bildschirmdaten auf weißen Hintergrund gedruckt
Druckvorgang abbrechen		Die Datenübertragung an den Drucker wird abgebrochen

* **Nur bei Oszilloskopen der Serie TDS2000.**

HINWEIS. *Wenn Sie die RS-232- oder GPIB-Schnittstelle verwenden, müssen auch die Schnittstellenparameter für Ihren Drucker richtig eingestellt werden.*

Überprüfen der Druckerschnittstelle

Zur Überprüfung der Druckerschnittstelle verfahren Sie wie folgt:

1. Wurde das Oszilloskop bereits an einen Drucker angeschlossen, machen Sie mit Schritt 4 weiter.
2. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker aus.
3. Schließen Sie das Oszilloskop über das entsprechende Kabel an den Drucker an.
4. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker ein.
5. Sofern noch nicht geschehen, stellen Sie jetzt den Drucker richtig ein. Siehe Seite 131.
6. Drücken Sie auf die Taste **DRUCKEN**. Je nach ausgewähltem Drucker sollte der Drucker binnen 20 Sekunden mit der Ausgabe der Oszilloskopdaten beginnen.

Drucken der Oszilloskop-Bildschirmdaten

Zum Ausdrucken der Bildschirmdaten drücken Sie auf die Taste DRUCKEN. Das Oszilloskop benötigt einige Sekunden zum Erfassen dieser Daten. Wie lange es dauert, hängt von den Druckereinstellungen und der Druckgeschwindigkeit ab. Je nach ausgewähltem Format kommen noch einige Sekunden hinzu.

HINWEIS. *Während der Drucker druckt, können Sie das Oszilloskop ganz normal weiterverwenden.*

Einrichten und Überprüfen der RS-232-Schnittstelle

Es kann sein, daß die RS-232-Schnittstelle des Moduls eingerichtet und überprüft werden muß. RS-232 ist eine serielle 8-Bit Standardschnittstelle zur Datenübertragung zwischen dem Oszilloskop und einem externen Gerät mit RS-232-Anschluß, z.B. einem Computer, Terminal oder Drucker. Bei diesem Standard wird zwischen zwei Gerätetypen unterschieden: Datenendeinrichtung (DTE) und Datenübertragungseinrichtung (DCE). Beim Oszilloskop handelt es sich um ein DTE-Gerät.

RS-232-Konventionen auf Seite 141 erläutert die RS-232-Konventionen. Auf Seite 142 sehen Sie ein *RS-232 Anschlußstiftbelegungsdiagramm*, in dem die Stiftnummern und Signalzuweisungen des 9-poligen RS-232-Steckers angegeben sind.

Auswahl des richtigen RS-232-Kabels

Zum Anschluß vom Oszilloskop an ein externes Gerät ist ein RS-232-Kabel erforderlich. Die folgende Tabelle hilft Ihnen bei der Auswahl des richtigen Kabels.

Zum Anschluß des Oszilloskops an	wird dieser Kabeltyp benötigt	Tektronix-Teilenummer
PC/AT- oder Laptop-Computer	9-polige Buchse auf 9-polige Buchse, Nullmodem	012-1379-00
PCs mit 25-poligem seriellen Anschluß-stecker	9-polige Buchse auf 25-polige Buchse, Nullmodem	012-1380-00
Serielle Drucker wie HP Deskjet und Sun Workstations	9-polige Buchse auf 25-poligen Stecker, Nullmodem	012-1298-00
Telefonmodems	9-polige Buchse auf 25-poligen Stecker, Modem	012-1241-00

Anschluß eines externen Gerätes

Zum Anschließen des Moduls an ein externes RS-232-Gerät verfahren Sie wie folgt:

- Verwenden Sie das richtige Kabel (siehe Tabelle auf Seite 134).
- Das Kabel sollte höchstens 15 m lang sein.
- Schalten Sie das Oszilloskop und das externe Gerät aus, bevor Sie das Verbindungskabel daran anschließen.
- Schließen Sie das Oszilloskop nur an ein DCE-Gerät an.
- Stellen Sie sicher, daß die Signalerdung des Oszilloskops (Stift 5) an die Signalerdung des externen Gerätes angeschlossen ist.
- Schließen Sie die Gehäuseerdung des Oszilloskops an die Gehäuseerdung des externen Gerätes an.

RS-232-Einstellungen

Zur Einstellung der RS-232-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie **DIENSTPGM.▶ Optionen ▶ RS-232**.
2. Drücken Sie auf die Optionstasten, um die Einstellungen auf das von Ihnen verwendete externe Gerät abzustimmen. In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen aufgeführt, die geändert werden können.

HINWEIS. *Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen solange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird.*

Option	Einstellungen	Anmerkung
Grund-einstellung		Hierüber wird die RS-232-Schnittstelle auf die Werkseinstellung (Baud=9600, Flow=hardflagging, EOL String=LF, Parity=None) gesetzt
Baud	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	Dient zur Einstellung der Datenübertragungsrate
Flußsteuerung	Hardflagging, Soft-flagging, None	Zur Einstellung der Datenflußsteuerung (Softflagging = Xon/Xoff, Hardflagging = RTS/CTS). Verwenden Sie Hardware Flagging zur Übertragung von Binärdaten
EOL String	CR, LF, CR/LF, LF/CR	Zur Einstellung des vom Oszilloskop übertragenen End-of-Line Terminators. Das Oszilloskop kann jeden EOL String empfangen
Parität	None, Even, Odd	Hängt an jedes Zeichen ein Fehlerprüfbit (neuntes Bit) an

Überprüfen der RS-232-Schnittstelle

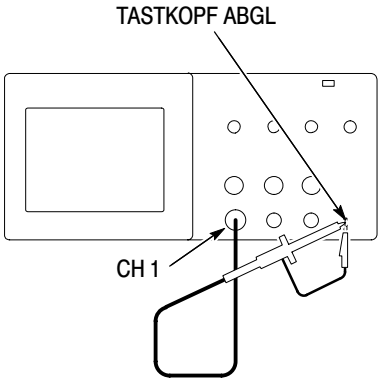
Zur Überprüfung der RS-232-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Schließen Sie das Oszilloskop über ein geeignetes RS-232-Kabel an einen PC an (schlagen Sie in der Tabelle auf Seite 134 nach).
2. Schalten Sie den PC ein.
3. Starten Sie ein Terminal-Emulationsprogramm wie beispielsweise Microsoft Windows Hyperterminal auf Ihrem PC. Stellen Sie sicher, daß die serielle PC-Schnittstelle wie folgt eingestellt ist:

Funktion	Einstellung
Baudrate	9600
Datenflußsteuerung	Hardflagging
Parität	keine

4. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
5. Schließen Sie den Oszilloskop-Tastkopf an den Eingangsstecker von Kanal 1 an. Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Erdungsleiter an die TASTKOPF ABGL-Anschlüsse an.

   Das TASTKOPF ABGL.-Signal ist ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von ≈1 kHz und einer Spitzenspannung von ≈5 V. Die folgende Abbildung zeigt den Anschluß des Tastkopfes an das Oszilloskop.



6. Drücken Sie die Tasten **DIENSTPGM.▶ Optionen ▶ RS-232** auf dem Oszilloskop.
7. Vergewissern Sie sich, daß die Menüeinstellungen den in der Tabelle auf Seite 137 aufgeführten Einstellungen entsprechen.
8. Geben Sie `ID?` in das PC-Terminalprogramm ein und drücken Sie danach die Eingabetaste, um den Befehl abzuschicken. Das Oszilloskop antwortet mit seinem Identifikations-String, der ungefähr so aussehen sollte:

   ```
   ID TEK/TDS 1002,CF:91.1CT,FV:V1.09 TDS2CMA:CMV:V1.04
   ```

   Falls keine Antwort erfolgt, schlagen Sie unter Fehlerbehebung ab Seite 139 nach.
9. Schicken Sie den Befehl FACtory an das Oszilloskop, um es auf die Werkseinstellung (Vorgabe) zurückzusetzen.

HINWEIS. *Eine kurze Erläuterung über die Befehlseingabe finden Sie auf Seite 150.*

Umfassende Hinweise stehen in der Programmieranleitung des Erweiterungsmoduls.

10. Übertragen Sie den Befehl `AUTOSet EXECute`, damit das Oszilloskop das Eingangssignal automatisch erfaßt.

11. Senden Sie den Befehl `MEASUrement:IMMed:SOURCE CH1`, um Messungen auf Kanal 1 auszuwählen.

12. Senden Sie den Befehl `MEASUrement:IMMed:TYPe PK2`, um die Spannungsmessung einzustellen.

13. Übertragen Sie die Abfrage `MEASUrement:IMMed:VALue?`, um das Meßergebnis anzufordern. Das Oszilloskop schickt ein ähnliches Ergebnis wie `5.16E0`, wobei es sich um die Spannungsmessung des TASTKOPF ABGL-Signals mit einem standardmäßigen 10-fach-Tastkopf handelt.

Damit ist der RS-232-Schnittstellentest abgeschlossen.

RS-232-Fehlerbehebung

Falls die Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und dem externen Gerät (Computer oder Drucker) nicht richtig klappt, verfahren Sie wie folgt:

1. Überprüfen Sie, ob das Modul ordnungsgemäß funktioniert. Lesen Sie die Beschreibung unter *Überprüfen des Moduleinbaus* auf Seite 130.

2. Stellen Sie sicher, daß das richtige RS-232-Kabel angeschlossen wurde. Überprüfen Sie, ob für das externe Gerät ein Nullmodem- oder eine direkte Verbindung erforderlich ist. Zu Informationen über RS-232-Kabel siehe Seite 134.
3. Gehen Sie sicher, daß das RS-232-Kabel ordnungsgemäß an das Oszilloskop und den richtigen Anschluß des externen Gerätes angeschlossen wurde.
4. Überprüfen Sie, ob der Drucker oder das Programm auf Ihrem PC den gleichen Anschluß verwendet, an den auch das RS-232-Kabel angeschlossen ist. Starten Sie das Programm bzw. den Drucker erneut.
5. Stellen Sie sicher, daß die RS-232-Einstellungen vom Oszilloskop mit den vom externen Gerät genutzten Einstellungen übereinstimmen.
    a. Legen Sie die RS-232-Einstellungen für das externe Gerät fest.
    b. Drücken Sie die Tasten **DIENSTPGM.▶ Optionen ▶ RS-232-Einstellungen** auf dem Oszilloskop.
    c. Stellen Sie das Oszilloskop so ein, daß die Einstellungen mit denen auf dem externen Gerät übereinstimmen.
    d. Starten Sie das Terminal-Emulationsprogramm bzw. den Drucker erneut.
6. Stellen Sie auf dem Oszilloskop und dem externen Gerät gegebenenfalls eine langsamere Baudrate ein.

7. Falls nur ein Teil der Druckerdatei ankommt, probieren Sie folgende Maßnahmen:

    a. Stellen Sie einen längeren Timeout für das externe Gerät ein.

    b. Stellen Sie sicher, daß der Drucker auf den Empfang einer Binärdatei (und keiner Textdatei) eingestellt wurde.

RS-232-Konventionen

Es bestehen spezifische Verarbeitungskonventionen für RS-232-Schnittstellen, z.B. bei der Übertragung von Binärdaten, Verarbeitung von Unterbrechungssignalen, Ausgabe von RS-232 E/A-Fehlern und Überprüfung des Befehlsstatus.

Übertragung von Binärdaten

Um Binärdaten über die RS-232-Schnittstelle an das Oszilloskop übertragen zu können, muß die Schnittstelle wie folgt eingestellt werden:

- Verwenden Sie Hardware Flagging (RTS/CTS), wann immer dies möglich ist. Hardware Flagging ist ein Garant dafür, daß kein Datenverlust auftritt.
- Alle 8 Binärdaten-Bits enthalten sinnvolle Informationen. Um sicherzustellen, daß alle 8 Bits empfangen oder gesendet werden, muß das externe RS-232-Gerät so konfiguriert werden, daß es 8 Bit-Zeichen überträgt und empfängt (d.h. die RS-232-Wortlänge muß auf acht Bit gestellt sein).

Ausgabe von RS-232 E/A-Fehlern

Bei Problemen mit Parität, Rahmensynchronisierung oder Eingangs/Ausgangs-Pufferspeicherüberlauf werden Fehler gemeldet. Um Fehler zu melden, gibt das Oszilloskop einen Ereignis-Code aus. Bei Auftreten eines Fehlers werden alle Ein- und Ausgänge verworfen und das Oszilloskop wartet einen neuen Befehl ab.

Überprüfung des Befehlsstatus

Wenn Sie den Status jedes einzelnen gesendeten Befehls überprüfen möchten, kann eine *STB?-Abfrage an jeden Befehl angehängt und die Antwort darauf abgelesen werden.

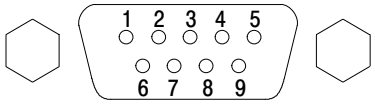
Verarbeitung von Unterbrechungssignalen

Wenn das Oszilloskop ein Unterbrechungssignal auf der RS-232-Schnittstelle erkennt, antwortet es mit DCL gefolgt von einem EOL (End of Line) Terminator. Intern reagiert das Oszilloskop, als hätte es einen GPIB <DCL>-Befehl erhalten, der es zum Löschen des Inhalts der Ein- und Ausgangspufferspeicher und zum Abwarten eines neuen Befehls veranlaßt. Durch Unterbrechungssignale werden weder die Oszilloskopeinstellungen oder Speicherdaten verändert, noch wird der Betrieb der Frontplatte oder die nicht-programmierbaren Funktionen unterbrochen.

Wird ein Unterbrechungssignal mitten in einem Zeichenstrom gesendet, können einige Zeichen unmittelbar vor oder nach der Unterbrechung verloren gehen. Der Controller sollte den Empfang des DCL und EOL-Abschlußstrings abwarten, bevor weitere Zeichen gesendet werden.

RS-232 Anschlußstiftbelegungsdiagramm

In der folgenden Abbildung sehen Sie die Pin-Belegung und Signalzuweisung des TDS2CMA RS-232-Steckers.



1	Ohne Belegung	
2	Receive data (RxD)	(Eingang)
3	Transmit data (TxD)	(Ausgang)
4	Data terminal ready (DTR)	(Ausgang)
5	Signalerdung (GND)	
6	Data set ready (DSR)	(Eingang)
7	Request to send (RTS)	(Ausgang)
8	Clear to send (CTS)	(Eingang)
9	Ohne Belegung	

Einrichten und Überprüfen der GPIB-Schnittstelle

Es kann sein, daß die GPIB-Schnittstelle des Moduls eingerichtet und überprüft werden muß. GPIB ist eine parallele 8-Bit-Standard-kommunikationsschnittstelle zur Datenübertragung zwischen dem Oszilloskop und einem externen Gerät wie Controller, Computer, Terminal oder Drucker.

Anschluß an externe GPIB-Geräte

Befolgen Sie beim Anschließen von Ihrem Oszilloskop an ein GPIB-Netzwerk folgendes:

- Schalten Sie das Oszilloskop und alle externen Geräte vor dem Anschließen des Oszilloskops an das GPIB-Netzwerk aus.

- Schließen Sie das Oszilloskop an das GPIB-Netzwerk an. Verwenden Sie hierzu ein geeignetes GPIB-Kabel. Sie können Kabelstecker aufeinanderstecken. In der Tabelle sind Kabel zum Anschluß vom Oszilloskop an das GPIB-Netzwerk aufgeführt, die Sie bestellen können.

Kabeltyp	Tektronix-Teilenummer
GPIB, 2 Meter	012-0991-00
GPIB, 1 Meter	012-0991-01

- Weisen Sie dem Oszilloskop eine eindeutige Geräteadresse zu. Zwei Geräte können nicht dieselbe Geräteadresse verwenden. Im folgenden Abschnitt, *GPIB-Einstellungen*, wird die Einstellung der GPIB-Schnittstelle des Oszilloskops beschrieben.
- Schalten Sie mindestens zwei Drittel der GPIB-Geräte ein, während Sie gleichzeitig das Netzwerk verwenden.

GPIB-Einstellungen

Zur Einstellung der GPIB-Schnittstelle des Oszilloskops verfahren Sie wie folgt:

1. Schließen Sie das Oszilloskop an das GPIB-Netzwerk an, falls noch nicht geschehen.

2. Drücken Sie die Tasten **DIENSTPGM.▶ Optionen ▶ GPIB-Einstellung** auf dem Oszilloskop.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Adresse**, um dem Oszilloskop eine eindeutige Geräteadresse zuzuweisen.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Bus**, um das Oszilloskop über den GBIP-Bus zu starten oder zu stoppen.

Option	Einstellungen	Anmerkung
Adresse	0... 30	Zum Einstellen der GPIB-Busadresse des Oszilloskops
Busanschluß	TLK-LST, OFF-BUS	Wählen Sie TLK-LST aus, um die GPIB-Buskommunikation mit dem Oszilloskop zu starten Wählen Sie OFF-BUS, um die GPIB-Buskommunikation zu beenden

***HINWEIS**. Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen solange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird.*

Überprüfen der GPIB-Schnittstelle

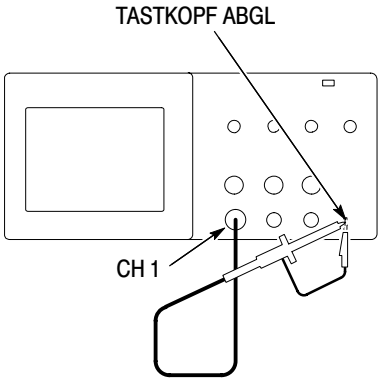
Zur Überprüfung der GPIB-Schnittstelle benötigen Sie die Dokumentation zu Ihrem Controller.

Mit folgender Methode läßt sich die Kommunikation mit dem Oszilloskop überprüfen. Hierbei wird ein Signal erfaßt und eine Spannungsmessung ausgegeben. Voraussetzung ist, daß das Oszilloskop in das GPIB-Netzwerk eingebunden ist und ihm eine eindeutige Busadresse zugewiesen wurde und daß die Controller-Software läuft.

Zur Überprüfung der GPIB-Schnittstelle verfahren Sie wie folgt:

1. Schließen Sie den Oszilloskop-Tastkopf an den Eingangsstecker von Kanal 1 an. Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Erdungsleiter an die TASTKOPF ABGL-Anschlüsse an. Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie der Tastkopf an das Oszilloskop anzuschließen ist.

Das TASTKOPF ABGL.-Signal ist ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von ≈1 kHz und einer Spitzenspannung von ≈5 V.



2. Über die Controller-Software schicken Sie den Befehl `ID?` an das Oszilloskop. Das Oszilloskop sollte darauf mit einem Identifikations-String antworten, der ungefähr so aussieht:

   `ID TEK/TDS 1002,CF:91.1CT,FV:V1.09 TDS2CMA:CMV:V1.04`

3. Schicken Sie den Befehl FACtory an das Oszilloskop, um es auf die Werkseinstellung (Vorgabe) zurückzusetzen.

HINWEIS. *Eine kurze Erläuterung über die Befehlseingabe finden Sie auf Seite 150.*

Umfassende Hinweise stehen in der Programmieranleitung des Erweiterungsmoduls.

---

4. Übertragen Sie den Befehl `AUTOSet EXECute`, damit das Oszilloskop das Eingangssignal automatisch erfaßt.

5. Senden Sie den Befehl `MEASUrement:IMMed:SOURCE CH1`, um Messungen auf Kanal 1 auszuwählen.

6. Senden Sie den Befehl `MEASUrement:IMMed:TYPe PK2`, um die Spannungsmessung einzustellen.

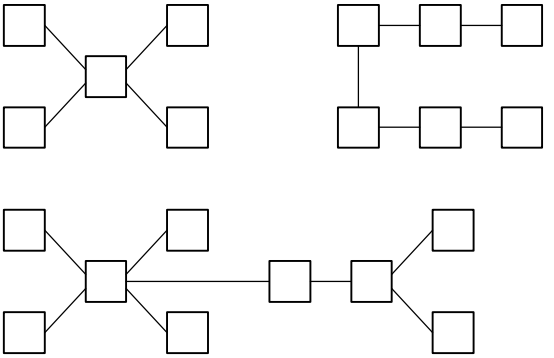
7. Übertragen Sie die Abfrage `MEASUrement:IMMed:VALue?`, um das Meßergebnis anzufordern. Das Oszilloskop schickt ein ähnliches Ergebnis wie `5.16E0`, wobei es sich um die Spannungsmessung des TASTKOPF ABGL-Signals mit einem standardmäßigen 10-fach-Tastkopf handelt.

Damit ist der GPIB-Schnittstellentest abgeschlossen.

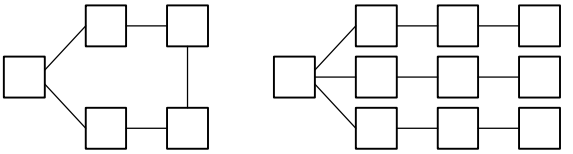
GPIB-Netzwerkkonventionen

Um eine hohe Datenübertragungsrate zu erzielen, sind dem physikalischen Abstand zwischen den Geräten und der Geräteanzahl am Bus bestimmte Grenzen gesetzt. Bei der Einrichtung eines GPIB-Netzwerk ist folgendes zu beachten:

- Schließen Sie die GPIB-Geräte in einem sternförmigen, linearen oder daraus kombinierten Netzwerk zusammen.



VORSICHT. *Verwenden Sie keine ringförmigen oder parallelen Netzwerke.*



- Die Entfernung zwischen zwei Geräte sollte nicht mehr als 4 Meter betragen. Der Durchschnittsabstand über den gesamten Bus sollte 2 m betragen.
- Die maximale Gesamtkabellänge darf 20 m nicht überschreiten.
- Es dürfen nicht mehr als 15 Geräte pro Bus angeschlossen werden, wobei mindestens zwei Drittel aller Geräte eingeschaltet sein muß.
- Jedem Gerät im Netzwerk muß eine eindeutige Geräteadresse zugewiesen werden. Zwei Geräte können nicht dieselbe Geräteadresse verwenden.

Befehlseingabe

Beachten Sie die folgenden allgemeinen Regeln bei der Eingabe von Oszilloskopbefehlen über die RS-232-Schnittstelle bzw. den General Purpose Interface Bus (GPIB):

- Befehle können in Groß- und Kleinbuchstaben eingegeben werden.
- Viele Oszilloskop-Befehle lassen sich abkürzen. Diese Abkürzungen werden in Großbuchstaben angegeben. So läßt sich beispielsweise statt des langen Befehls `ACQuire:NUMAVg` einfach die Abkürzung `ACQ:NUMAV` bzw. `acq:numav` eingeben.
- Jedem Befehl können Leerzeichen vorangestellt werden. Zu diesen Leerzeichen zählt jede Kombination aus den ASCII-Steuerzeichen 00 bis 09 und 0B bis 20 hexadezimal (0 bis 9 und 11 bis 32 dezimal).
- Befehle, die nur aus einer Kombination von Leerzeichen und Zeilenvorschub bestehen, werden vom Oszilloskop ignoriert.

Weitere Hinweise finden Sie in der *Programmieranleitung zu den Digitaloszilloskopen der Serie TDS200, TDS1000 und TDS2000* (Bestellnummer 071-1075-XX).

Anhang A: Spezifikationen

Sämtliche Spezifikationen beziehen sich auf die Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000. Spezifikationen zum Tastkopf P2200 finden Sie am Ende dieses Kapitels. Um zu überprüfen, ob das Oszilloskop die Spezifikationen einhält, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Das Oszilloskop muß zwanzig Minuten lang im angegebenen Betriebstemperaturbereich in Betrieb gewesen sein.
- Falls sich die Betriebstemperatur um mehr als 5 °C geändert hat, muß die Option Selbst-Kalibr. im Menü Dienstprogramm durchgeführt werden.
- Das Oszilloskop muß sich noch innerhalb des Werkskalibrierungsintervalls befinden.

Alle Spezifikationen, mit Ausnahme der als „typisch“ bezeichneten, stehen unter Garantieschutz.

Spezifikationen des Oszilloskops

Erfassung		
Erfassungsmodi	Sample (Abtasten), Pk Detect (Spitzenwert) und Mittelwert	
Erfassungsgeschwindigkeit, typisch	Bis zu 180 Signale pro Sekunde und pro Kanal (im Abtastmodus ohne Messungen)	
Einzelfolge	*Erfassungsmodus*	*Erfassung abgeschlossen nach*
	Abtastmodus, Spitzenwerterfassung	Eine Erfassung, alle Kanäle gleichzeitig
	Mittelwert	N Erfassungen, alle Kanäle gleichzeitig. Für N kann 4, 16, 64 und 128 ausgewählt werden.

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Eingänge		
Eingangskopplung	DC, AC oder GND	
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±2% parallel zu 20 pF ±3 pF	
P2200 Tastkopf-abschwächung	1-fach, 10-fach	
Tastkopf-abschwächungs-Faktoren	1-fach, 10-fach, 100-fach, 1000-fach	
Maximale Spannung zwischen Signal und Masse am BNC-Eingangsstecker	*Überspannungskategorie*	*Maximale Spannung*
	CAT I und CAT II (Kategorie I und II)	300 V_{eff}, Installationskategorie
	CAT III (Kategorie III)	150 V_{eff}
	Installationskategorie II; Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 100 kHz bis 13 V Peak bei 3 MHz* und höher. Bei Nicht-Sinuskurven muß der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie die Beschreibung zum Thema Überspannungskategorie auf Seite 164.	

*** Bei einem 1-fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Eingänge			
Typische Kanal-zu-Kanal-Gleichtaktunterdrückung	TDS1002 und TDS2002	TDS1012, TDS2012, TDS2014, TDS2022 und TDS2024	
	100:1 bei 60 Hz 20:1 bei 30 MHz*	100:1 bei 60 Hz 20:1 bei 50 MHz*	
	Signal gemessen auf MATH Ch 1 – Ch2, mit dem Prüfsignal zwischen Signal und Masse beider Kanäle und den gleichen VOLTS/DIV- und Kopplungseinstellungen auf jedem Kanal. Bei 4-Kanal-Modellen gemessen auf MATH Ch3 – Ch4.		
Kanal-zu-Kanal-Übersprechen	TDS1002 und TDS2002	TDS1012, TDS2012 und TDS2014	TDS2022 und TDS2024
	≥ 100:1 bei 30 MHz*	≥ 100:1 bei 50 MHz*	≥ 100:1 bei 100 MHz*
	Gemessen auf einem Kanal, mit dem Prüfsignal zwischen Signal und Masse des anderen Kanals und den gleichen VOLTS/DIV- und Kopplungseinstellungen auf jedem Kanal.		
Vertikal			
Digitalisierer	8-Bit Auflösung (außer bei der Einstellung 2 mV/div), gleichzeitige Abtastung jedes Kanals		
VOLTS/DIV-Bereich	2 mV/div bis 5 V/div am BNC-Eingangsstecker		
Positionsbereich	2 mV/div bis 200 mV/div, ±2 V > 200 mV/div bis 5 V/div, ±50 V		

*** Bei einem 1-fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Vertikal			
Analoge Bandbreite im Abtast- und Mittelwertmodus am BNC oder mit Tastkopf P2200, DC-gekoppelt	TDS1002 und TDS2002	TDS1012, TDS2012 und TDS2014	TDS2022 und TDS2024
	60 MHz†*	100 MHz†*	200 MHz†* 0 °C bis +40 °C 160 MHz†* 0 °C bis +50 °C
	20 MHz* (wenn Vertikalskala auf < 5 mV eingestellt ist)		
Analoge Bandbreite im Spitzenwerterfassungsmodus (50 s/div bis 5 µs/div**), typisch	TDS1002 und TDS2002	TDS1012, TDS2012, TDS2014, TDS2022 und TDS2024	
	50 MHz†*	75 MHz†*	
	20 MHz* (wenn Vertikalskala auf < 5 mV eingestellt ist)		
Wählbare analoge Bandbreitenbegrenzung, typisch	20 MHz*		
Untere Frequenzbegrenzung, AC-gekoppelt	≤ 10 Hz auf BNC ≤ 1 Hz bei Verwendung eines passiven 10-fach Tastkopfes		
Typische Anstiegszeit am BNC	TDS1002 und TDS2002	TDS1012, TDS2012 und TDS2014	TDS2022 und TDS2024
	< 5,8 ns	< 3,5 ns	< 2,1 ns
Spitzenwert-Ansprechzeit**	Erfaßt 50% oder mehr der Impulsamplituden In den mittleren 8 vertikalen Rasterteilungen ≥12 ns breite Amplituden (50 s/div bis 5 µs/div).		

† **Wenn Vertikalskala auf ≥ 5 mV eingestellt ist.**

* **Bei einem 1-fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

** **Das Oszilloskop geht in den Abtastmodus über, wenn SEC/DIV (Horizontalskala) bei Modellen mit 1 GS/s von 2,5 µs/div auf 5 ns/div bzw. bei Modellen mit 2 GS/s von 2,5 µs/div auf 2,5 ns/div gestellt wird. Auch im Abtastmodus werden noch Glitches von 10 ns erfaßt.**

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Vertikal		
DC-Verstärkungs-genauigkeit	±3% im Abtast- oder Mittelwertmodus, 5 V/div bis 10 mV/div	
	±4% im Abtast- oder Mittelwertmodus, 5 V/div bis 2 mV/div	
DC-Meßgenauigkeit Mittelwerterfassungs-modus	*Messungsart*	*Genauigkeit*
	Mittelwert von ≥ 16 Signalen mit Vertikalposition auf Null	±(3% × Ablesung + 0,1 div + 1 mV) wenn 10 mV/div oder mehr ausgewählt wird.
	Mittelwert von ≥ 16 Signalen mit Vertikalposition ungleich Null	±[3% × (Ablesung + Vertikalposition) + 1% der Vertikalposition + 0,2 div] Addieren Sie bei Einstellungen von 2 mV/div bis 200 mV/div 2 mV hinzu. Addieren Sie bei Einstellungen von > 200 mV/div bis 5 V/div 50 mV hinzu.
Wiederholbarkeit von Spannungsmessungen, Mittelwerterfassungs-modus	Spannungsdifferenz zwischen zwei beliebigen von ≥ 16 Signalen, die mit denselben Einstellungen und Umgebungsbedingungen erfaßt wurden.	±(3% × Ablesung + 0,05 div)

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Horizontal		
Abtastratenbereich	TDS1002, TDS1012, TDS2002, TDS2012 und TDS2014	TDS2022 und TDS2024
	5 S/s bis 1 GS/s	5 S/s bis 2 GS/s
Signalinterpolation	(sin x)/x	
Aufzeichnungslänge	2500 Abtastpunkte für jeden Kanal	
SEC/DIV-Bereich	TDS1002, TDS1012, TDS2002, TDS2012 und TDS2014	TDS2022 und TDS2024
	5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2, 2,5 und 5	2,5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2,5 und 5
Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	±50 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥1 ms	
Meßgenauigkeit der Zeitdifferenz (volle Bandbreite)	*Bedingungen*	*Genauigkeit*
	Einzelschuß, Abtastmodus	±(1 Abtastintervall + 100 ppm × Ablesung + 0,6 ns)
	> 16 Mittelwerte	±(1 Abtastintervall + 100 ppm × Ablesung + 0,4 ns)
	Abtastintervall = s/div ÷ 250	
Positionsbereich	TDS1002, TDS1012, TDS2002, TDS2012 und TDS2014	
	5 ns/div bis 10 ns/div	(–4 div × s/div) bis 20 ms
	25 ns/div bis 100 µs/div	(–4 div × s/div) bis 50 ms
	250 µs/div bis 50 s/div	(–4 div × s/div) bis 50 s
	Bei TDS2022 und TDS2024	
	2,5 ns/div bis 5 ns/div	(–4 div × s/div) bis 20 ms

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Trigger			
Trigger-Empfindlichkeit, Trigger-Art Flanke	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*	
	DC	CH1, CH2, CH3, CH4	1 div von DC bis 10 MHz*, 1,5 div von 10 MHz* bis voll
		EXT.	200 mV von DC bis 100 MHz*, 350 mV von 100 MHz bis 200 MHz*
		EXT./5	1 V von DC bis 100 MHz*, 1,5 V von 100 MHz bis 200 MHz*
Trigger-Empfindlichkeit, Trigger-Art Flanke, typisch	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*	
	AC	Wie bei DC mit 50 Hz und mehr	
	Noise reject	Senkt die DC-gekoppelte Trigger-Empfindlichkeit bei > 10 mv/div bis 5 V/div um das 2 fache.	
	HF reject	Wie bei der DC-gekoppelten Grenze von DC bis 7 kHz, dämpft Signale über 80 kHz.	
	LF reject	Wie bei den DC-gekoppelten Grenzen für Frequenzen über 300 kHz, dämpft Signale unter 300 kHz.	
Triggerpegelbereich	*Quelle*	*Bereich*	
	CH1, CH2, CH3, CH4	±8 Skalenteile ab Bildschirmmitte	
	EXT.	±1,6 V	
	EXT./5	±8 V	

*** Bei einem 1-fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.**

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Trigger		
Triggerpegel-Genauigkeit, typisch	Genauigkeit gilt für Signale mit Anstiegs- und Abfallzeiten ≥ 20 ns	
	Quelle	*Genauigkeit*
	Intern	±0,2 div × Volts/div innerhalb von ±4 Skalenteilen ab Bildschirmmitte
	EXT.	±(6% der Einstellung + 40 mV)
	EXT./5	±(6% der Einstellung + 200 mV)
PEGEL AUF 50% SETZEN, typisch	Arbeitet mit Eingangssignalen ≥ 50 Hz	
Standardeinstellung, Video-Trigger	AC-Kopplung und automatische Kopplung, außer bei Einzelfolgeerfassung	
Empfindlichkeit, Trigger-Art Video, typisch	Composite-Videosignal	
	Quelle	*Bereich*
	Intern	Uss-Amplitude von 2 Skalenteilen
	EXT.	400 mV
	EXT./5	2 V
Signalformate und Halbbildraten, Trigger-Art Video	Unterstützt die TV- und Videonormen NTSC, PAL und SECAM für jedes Halbbild und jede Zeile.	
Holdoff-Bereich	500 ns bis 10 s	

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Impulsbreiten-Trigger	
Impulsbreiten-Triggermodi	Triggerung, wenn < (kleiner als), > (größer als), = (gleich) oder ≠ (ungleich); positiver oder negativer Impuls
Impulsbreiten-Triggerpunkt	Gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die fallende Flanke des Impulses den Triggerpegel durchläuft. Ungleich: Ist der Impuls schmaler als die angegebene Breite, wird die fallende Flanke als Triggerpunkt benutzt. Andernfalls triggert das Oszilloskop, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit. Kleiner als: Triggerpunkt ist die fallende Flanke. Größer als (wird auch als Timeout-Trigger bezeichnet): Das Oszilloskop triggert , wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit.
Impulsbreitenbereich	Einstellbar zwischen 33 ns und 10 s
Impulsbreite	16,5 ns oder 1 Teil pro Tausend, je nachdem, was breiter ist
Gleich Guard-Band	t > 330 ns: ±5% ≤ Guard-Band < ±(5,1% + 16,5 ns) t ≤ 330 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns
Ungleich Guard-Band	t ≤ 330 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns 165 ns < t ≤ 330 ns: Guard-Band = –16,5 ns/+33 ns t ≤ 165 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Triggerfrequenzzähler	
Auflösung der Meßwertanzeige	6 Stellen
Genauigkeit (typisch)	±51 ppm einschließlich aller Frequenzreferenzfehler und ±1 Zählfehler
Frequenzbereich	AC-gekoppelt, mindestens 10 Hz der Nennbandbreite
Signalquelle	Impulsbreiten- oder Flanken-Triggermodi: aller verfügbaren Triggerquellen Der Frequenzzähler mißt die Triggerquelle ständig, auch dann, wenn die Signalerfassung aufgrund einer Änderung des Betriebsstatus angehalten oder die Erfassung eines Einzelschußereignisses abgeschlossen wird. Impulsbreiten-Triggermodus: Das Oszilloskop mißt Impulse hinreichender Größe, die als triggerbare Ereignisse gelten, im 250 ms-Meßfenster, z.B. schmale Impulse in einer PWM-Impulsfolge, wenn der <-Modus ausgewählt und die Breite auf einen relativ kleinen Wert eingestellt wurde. Flankentriggermodus: Das Oszilloskop mißt alle Flanken mit hinreichender Größe und der richtigen Polarität. Video-Triggermodus: Der Frequenzzähler ist außer Betrieb.

Spezifikationen des Oszilloskops (Forts.)

Messungen	
Cursor	Spannungsdifferenz zwischen den Cursorn (ΔV) Zeitdifferenz zwischen den Cursorn (ΔT) Kehrwert von ΔT in Hertz (1/ΔT).
Automatische Messungen	Frequenz, Periode, Mittelwert, Uss, Zyklus-Effektivwert, Min, Max, Anstiegszeit, Abfallzeit, +Pulsbreite, –Pulsbreite

Allgemeine Spezifikationen – Oszilloskop

Anzeige	
Anzeigetyp	LCD mit 5,7-Zoll (145 mm) Bildschirmdiagonale
Auflösung der Anzeige	320 horizontale x 240 vertikale Pixel
Anzeigekontrast	Einstellbar, temperaturkompensiert
Intensität der Hintergrundbeleuchtung, typisch	65 cd/m^2
Tastkopfkompensatorausgang	
Ausgangsspannung, typisch	5 V bei $\geq$ 1 MΩ Last
Frequenz, typisch	1 kHz
Stromversorgung	
Stromspannung	100 – 120 VAC$_{eff}$ ($\pm$ 10%) von 45 Hz bis 440 Hz, CAT II 120 – 240 VAC$_{eff}$ ($\pm$ 10%) von 45 Hz bis 66 Hz, CAT II
Stromverbrauch	Unter 30 W
Sicherung	1 A, Träge, 250 V

Allgemeine Spezifikationen – Oszilloskop (Forts.)

Umgebung		
Temperatur	Betrieb	0 °C bis +50 °C
	Nicht in Betrieb	–40 °C bis +71 °C
Kühlung	Konvektion	
Feuchtigkeit	+40 °C oder weniger	≤ 90% relative Luftfeuchtigkeit
	+41 °C bis +50 °C	≤ 60% relative Luftfeuchtigkeit
Höhe über NN	Betrieb und nicht in Betrieb	3.000 m
Erschütterungen	Betrieb	0,31 g_{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse
	Nicht in Betrieb	2,46 g_{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse
Mechanische Stöße	Betrieb	50 g, 11 ms, Halbsinus
Abmessungen		
Größe	Höhe	151,4 mm
	Breite	323,8 mm
	Tiefe	124,5 mm
Gewicht	Wenn zum Versand verpackt	3,6 kg

EMV-Zertifizierungen und Konformitätsbestimmungen für Oszilloskope

Europäische Union	Entspricht der Richtlinie 89/336/EEC für Elektromagnetische Verträglichkeit. Die Kompatibilität bezieht sich auf die folgenden Spezifikationen, die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurden:
	EN 61326, EMV-Anforderungen Elektrische Betriebsmittel für Leittechnik und Laboreinsatz [1,2]
	EN 61000-4-2, Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (Leistungskriterium B)
	EN 61000-4-3, Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (Leistungskriterium A)[3]
	EN 61000-4-4, Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (Leistungskriterium B)
	EN 61000-4-5, Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Leistungskriterium B)
	EN 61000-4-6, Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen (Leistungskriterium A)[4]
	EN 61000-4-11, Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (Leistungskriterium B)
	EN 61000-3-2, Grenzwerte für Oberschwingungsströme

1 Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Testobjekt angeschlossen ist.

2 Um die Einhaltung der o.g. Standards zu gewährleisten, schließen Sie nur qualitativ hochwertige geschirmte Kabel an dieses Gerät an. Hochwertige geschirmte Kabel sind typischerweise umflochtene und mit Folie beschichtete Typen mit niederohmigen Anschlüssen an geschirmte Anschlüsse an beiden Enden.

3 Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m im Frequenzbereich zwischen 80 MHz und 1 GHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf 2 Einheiten Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende geleitete Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger-Schwellwert-Offset auf weniger als 1 Einheit von der erdbezogenen Messung gesetzt ist.

4 Die Strahlrauschenzunahme beim Einsatz mit einem Testfeld (3 V/m im Frequenzbereich zwischen 150 kHz und 80 MHz, mit 80 % Amplitudenmodulation bei 1 kHz) darf 1 Einheit Spitze-Spitze nicht überschreiten. Umgebende geleitete Felder können Triggerung induzieren, wenn der Trigger-Schwellwert-Offset auf weniger als 0,5 Einheiten von der erdbezogenen Messung gesetzt ist.

EMV-Zertifizierungen und Konformitätsbestimmungen für Oszilloskope (Forts.)

Australien/ Neuseeland	Entspricht den Bestimmungen des australischen EMV-Rahmenwerks der folgenden Spezifikation: AS/NZS 2064.1/2
USA	Die Emissionen entsprechen den Bestimmungen der FCC Code of Federal Regulations 47, Teil 15, Abschnitt B, Klasse A

Sicherheitszertifizierungen und -bestimmungen für Oszilloskope

Zertifizierungen	CAN/CSA C22.2 Nr. 1010.1-92 UL3111-1, Erste Ausgabe
Netzkabel mit CSA-Zertifizierung	Die CSA-Zertifizierung betrifft Produkte und Netzkabel, die für die US-amerikanischen Stromnetze geeignet sind. Alle anderen mitgelieferten Netzkabel sind zur Nutzung in dem jeweiligen Land zugelassen.
Belastungsgrad 2	Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind.
Überspannungs-kategorie	Kategorie: Produktbeispiele für diese Kategorie: CAT III Verteilerebene, feste Installationen CAT II Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung CAT I Signalebene in Sondergeräten oder -geräteteilen, Telekommunikationseinrichtungen, Elektronik

Einstellungsintervall (Werkskalibrierung)

Das Gerät sollte einmal im Jahr kalibriert werden.

Allgemeine Zertifizierungen und Bestimmungen für Oszilloskope

Russische Föderation	Dieses Produkt wurde vom GOST-Ministerium in Rußland zertifiziert und somit bestätigt, daß es allen EMV-Regeln entspricht.
Volksrepublik China	Dieses Produkt verfügt über die Metrologie-Zertifizierung der VRR China (CMC).

Spezifikationen zum Tastkopf P2200

Elektrische Spezifikationen	Position 10-fach		Position 1-fach
Bandbreite	DC bis 200 MHz		DC bis 6 MHz
Dämpfungs-verhältnis	10:1 ± 2%		1:1 ± 2%
Kompensations-bereich	18 pf-35 pf		Die Kompensation ist fest eingestellt und für alle Oszilloskope mit 1 M Ω Eingang richtig
Eingangswiderstand	10 M Ω ± 3% bei DC		1 M Ω ± 3% bei DC
Eingangskapazität	14,5 pf-17,5 pf		80 pf-110 pf
Anstiegszeit, typisch	< 2,2 ns		< 50,0 ns
Maximale Eingangs-spannung[1]	Position 10-fach	300 V_{eff} CAT I bzw. 300 V DC CAT I 300 V_{eff} CAT II bzw. 300 V DC CAT II 100 V_{eff} CAT III bzw. 100 V DC CAT III 420 V Peak, <50% DF, <1 s PW 670 V Peak, <20% DF, <1 s PW	
	Position 1-fach	150 V_{eff} CAT I bzw. 150 V DC CAT I 150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II 100 V_{eff} CAT III bzw. 100 V DC CAT III 210 V Peak, <50% DF, <1 s PW 330 V Peak, <20% DF, <1 s PW	
	300 V_{eff}, Installationskategorie II; Leistungsminderung von 20 dB/ Dekade über 900 kHz bis 13 V Peak AC bei 3 MHz und höher. Bei Nicht-Sinuskurven muß der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie die Beschreibung zum Thema Überspannungskategorie auf der nächsten Seite.		

1 Wie in EN61010-1 auf der nächsten Seite definiert.

Spezifikationen zum Tastkopf P2200 (Forts.)

Zertifizierungen und Konformität		
EG-Konformitäts-erklärung	Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABI) veröffentlicht wurden: Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG entsprechend der Fassung 93/68/EWG:	
	EN 61010-1/A2	Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Meß-, Regel- und Laborgeräte
	EN61010-2-031:1994	Besondere Anforderungen für Handheld-Tastköpfe zur elektrischen Messung und Prüfung
Überspannungs-kategorie	Kategorie	Produktbeispiele für diese Kategorie
	CAT III (Kategorie III)	Verteilerebene, feste Installationen
	CAT II (Kategorie II)	Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung
	CAT I (Kategorie I)	Signalebene in Sondergeräten oder –geräteteilen, Telekommunikationseinrich-tungen, Elektronik
Belastungsgrad 2	Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind.	
Sicherheit	UL3111-1, Erste Ausgabe & UL3111-2-031, Erste Ausgabe CSA C22.2 Nr. 1010.1-92 & CAN/CSA C22.2 Nr. 1010.2.031-94 EN 61010-1/A2 EN 61010-2-031 Belastungsgrad 2	

Spezifikationen zum Tastkopf P2200 (Forts.)

Umgebungsbedingte Spezifikationen		
Temperatur	Betrieb	0 °C bis +50 °C
	Nicht in Betrieb	–40 °C bis +71 °C
Kühlung	Konvektion	
Feuchtigkeit	+40 °C oder weniger	≤ 90% relative Luftfeuchtigkeit
	+41 °C bis +50 °C	≤ 60% relative Luftfeuchtigkeit
Höhe über NN	Betrieb	3.000 m
	Nicht in Betrieb	15.000 m

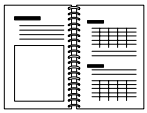
Anhang B: Zubehör

Über ein Tektronix-Regionalbüro in Ihrer Nähe können Sie sämtliches Zubehör beziehen.

Standardzubehör

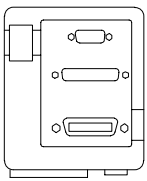
P2200 Passive 1-fach- und 10-fach-Tastköpfe. Die passiven P2200-Tastköpfe verfügen über 6 MHz Bandbreite bei 150 V CAT II, wenn der Schalter auf 1-fach gestellt wurde, bzw. 200 MHz Bandbreite und 300 V CAT II, wenn er auf 10-fach gestellt ist.

Ein Tastkopf-Anleitungshandbuch ist im Lieferumfang enthalten.

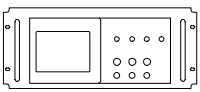


Benutzerhandbuch für die Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000. Ein Benutzerhandbuch wird mit dem Gerät zusammen ausgeliefert. Eine Liste aller verfügbaren Handbuchsprachen finden Sie unter Optionales Zubehör.

Optionales Zubehör

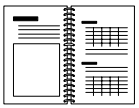


Kommunikationserweiterungsmodul TDS2CMA. Das Kommunikationsmodul TDS2CMA wird direkt in die Rückwand des jeweiligen Oszilloskopmodells der Serie TDS1000 und TDS2000 eingesetzt. Das Modul beinhaltet eine GPIB-, RS-232- und Centronics-Schnittstelle, über die der Bildschirminhalt des Oszilloskops an einen PC oder Drucker übertragen werden kann.

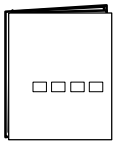


19-Zoll-Adapter-Kit RM2000. Mit dem 19-Zoll-Adapter-Kit RM2000 können Sie die Oszilloskope der Serie TDS1000- und TDS2000- bequem in ein 19-Zoll-Industriegehäuse einsetzen. Hierzu ist eine Höhe von 18 cm im 19-Zoll-Gestell erforderlich. Über die Vorderseite des Gestells läßt sich das Oszilloskop ein- und ausschalten. Das Gestell bietet keine Einschubfunktion-, läßt sich also nicht herausziehen.

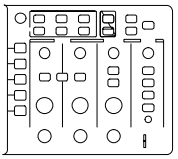
Optionales Zubehör (Forts.)



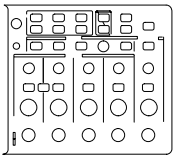
Programmieranleitung für die Oszilloskope der Serie TDS200, TDS1000 und TDS2000. Die Programmieranleitung (071-1075-XX Englisch) enthält Informationen über Befehle und Syntax.



Wartungshandbuch für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000. Das Wartungshandbuch (071-1076-XX Englisch) enthält Informationen zur Reparatur des Gerätes auf Modulebene.



2-Kanal

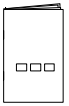


4-Kanal

Benutzerhandbuch für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000 und TDS2000. Das Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich:

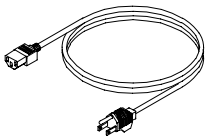
Englisch	071-1064-XX
Französisch	071-1065-XX*
Italienisch	071-1066-XX*
Deutsch	071-1067-XX*
Spanisch	071-1068-XX*
Japanisch	071-1069-XX*
Portugiesisch	071-1070-XX*
Vereinfachtes Chinesisch	071-1071-XX*
Traditionelles Chinesisch	071-1072-XX*
Koreanisch	071-1073-XX*
Russisch	071-1074-XX

***Diese Handbücher enthalten ein Frontplatten-Overlay in der jeweiligen Sprache.**



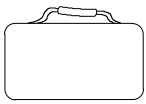
P2200 Tastkopfanleitungshandbuch. Das P2200 Tastkopfanleitungshandbuch (071–1102–XX, Englisch) enthält Informationen über den Tastkopf und das Tastkopfzubehör.

Optionales Zubehör (Forts.)

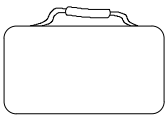


Internationale Netzkabel. Zusätzlich zu dem zusammen mit Ihrem Gerät gelieferten Netzkabel können Sie folgende Kabel bestellen:

Option A0, Nordamerika	120 V, 60 Hz	161-0066-00
Option A1, Europa	230 V, 50 Hz	161-0066-09
Option A2, Großbritannien	230 V, 50 Hz	161-0066-10
Option A3, Australien	240 V, 50 Hz	161-0066-11
Option A5, Schweiz	230 V, 50 Hz	161-0154-00
Option AC, China	220 V, 50 Hz	161-0304-00



Tasche. Die Transporttasche (AC220) schützt das Oszilloskop vor Beschädigungen und bietet Stauraum für Tastköpfe, Netzkabel und Handbücher.



Transportkoffer. Dieser robuste Transportkoffer (HCTDS32) für unterwegs schützt das Oszilloskop vor Stößen, Erschütterungen, Vibrationen und Feuchtigkeit. Die passende Tasche paßt bequem in den Transportkoffer hinein.

Anhang C: Hinweise zur allgemeinen Pflege und Reinigung

Allgemeine Pflege

Bewahren Sie das Oszilloskop nicht an einem Ort auf, an dem das LCD über einen längeren Zeitraum direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist.

VORSICHT. *Um eine Beschädigung von Gerät und Tastköpfen zu vermeiden, verwenden Sie keine Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmittel zur Reinigung.*

Reinigung

Reinigen Sie Gerät und Tastköpfe so oft, wie es die Betriebsbedingungen vorschreiben. Zur Reinigung der Oszilloskopoberfläche gehen Sie wie folgt vor:

1. Entfernen Sie den Staub außen am Oszilloskop und an den Tastköpfen mit einem fusselfreien Lappen. Gehen Sie vorsichtig vor, um den durchsichtigen Anzeigefilter aus Kunststoff nicht zu verkratzen.
2. Verwenden Sie einen mit Wasser befeuchteten weichen Lappen zur Reinigung. Bei stärkerer Verschmutzung können Sie auch eine wässerige Lösung mit 75% Isopropylalkohol verwenden.

VORSICHT. *Um Beschädigungen der Gerät- oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.*

Anhang D: Grundeinstellung

In diesem Anhang werden die Optionen, Tasten und Bedienelemente erläutert, bei denen sich die Einstellungen durch Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG verändern. Eine Liste der unverändert bleibenden Einstellungen finden Sie auf Seite 178.

***HINWEIS**. Beim Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG zeigt das Oszilloskop das Signal auf CH1 an und löscht alle anderen Signale.*

Grundeinstellungen

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
ERFASSUNG	(drei verfügbare Modi)	Abtastung
	Mittelwerte	16
	RUN/STOP	RUN
CURSOR	Typ	Aus
	Quelle	CH1
	Horizontal (Spannung)	+/– 3,2 divs
	Vertikal (Zeit)	+/– 4 divs
DISPLAY	Typ	Vektoren
	Nachleuchten	Aus
	Format	YT
HORIZONTAL	Fenster	Hauptzeitbasis
	Trigger	Pegel
	POSITION	0,00 s
	SEC/DIV	500 µs
	Zoombereich	50 µs

Grundeinstellung (Forts.)

Menü oder Bedienelement	Option	Grundeinstellung
MATH	Operation	CH1 – CH2
	FFT-Operation	
	Quelle	CH1
	Fenster	Hanning
	FFT-Zoom	X1
MESSUNG	Quelle	CH1
	Typ	Keine
TRIGGER (Flanke)	Typ	Flanke
	Quelle	CH1
	Flanke	Aufsteigend
	Modus	Automatisch
	Kopplung	DC
	PEGEL	0,00 v
TRIGGER (Video)	Typ	Video
	Quelle	CH1
	Polarität	Normal
	Synchronisation	Alle Zeilen
	Standard	NTSC

Grundeinstellung (Forts.)

Menü oder Bedienelement	Option	Grundeinstellung
TRIGGER (Impuls)	Typ	Impuls
	Quelle	CH1
	Wenn	=
	Impulsbreite einstellen	1,00 ms
	Polarität	Positiv
	Modus	Automatisch
	Kopplung	DC
Vertikalsystem, alle Kanäle	Kopplung	DC
	Bandbreite	Aus
	Volts/Div	Grobeinstellung
	Tastkopf	10-fach
	Invertier.	Aus
	POSITION	0,00 divs (0,00 V)
	VOLTS/DIV	1,00 V

Die Taste GRUNDEINSTELLUNG setzt die folgenden Einstellungen nicht zurück:

- Sprachoption
- Gespeicherte Setup-Dateien
- Gespeicherte Referenzsignaldateien
- Anzeigekontrast
- Kalibrierdaten
- Druckereinstellung
- RS232-Einstellung
- GPIB-Einstellung

Anhang E: GPIB- und RS-232-Schnittstelle

Die folgende Tabelle umfaßt einen eingehenden Vergleich zwischen der GPIB- und RS-232-Schnittstelle. Wählen Sie die für Ihr Anforderungsprofil am besten geeignete Schnittstelle aus.

Vergleichen von GPIB- und RS-232-Schnittstellen

Betriebsattribute	GPIB	RS-232
Kabel	IEEE-488 Std.	9-adrig
Datenflußsteuerung	Hardware, 3-adriger Handshake	Flagging: Soft (XON/XOFF), Hard (RTS/CTS)
Datenformat	8-Bit parallel	8-Bit seriell
Schnittstellensteuerung	Operator low-level control message	Keine
Schnittstellenmeldungen	Meistens IEEE-488 Std.	Gerät frei mittels Unterbrechungssignal
Ausgegebene Interrupts	Service-Anforderungen, Status und Ereigniscode	Keine, der Status muß abgefragt werden

Vergleichen von GPIB- und RS-232-Schnittstellen (Forts.)

Betriebsattribute	GPIB	RS-232
Ende der Meldung (Empfang)	Hardware EOL, Software LF oder beides	Software CR, LF, CRLF, LFCR
Ende der Meldung (Sendung)	Hardware EOL, Software LF	Software CR, LF, CRLF, LFCR
Timing	Asynchron	Asynchron
Länge des Übertragungspfads (max.)	≤ 4 Meter zwischen den Geräten; ≤ 20 Meter Gesamtkabellänge	≤ 15 Meter
Geschwindigkeit	200 kByte/s	19.200 Bit/s
Systemumgebung	Mehrere Geräte (≤ 15)	Einzelterminal (Punkt-zu-Punkt-Verbindung)

Index

„?“ in der Anzeige für Wert, 44

A

Abkürzen, Befehle, 150
Abrufen
  Setups, 12
  Signale, 98
  Werkseinstellung (Vorgabe), 13
Abtastmodus, 17, 74, 75, 78, 92
Abtastrate, maximal, 75
AC–Kopplung, 112
Aliasing
  FFT, 122
  nachprüfen, 21
  Zeitbereich, 20
Allgemeine Zertifizierungen und Bestimmungen, 164
Anschluß für externen Trigger, 39
Anschluß für TASTKOPF ABGL, 39
Anschlüsse, 3
  CH 1, CH 2, CH 3 und CH 4, 39
  EXT. TRIG., 39
  TASTKOPF ABGL, 39
Anschrift, Tektronix, xiii
Anwendungsbeispiele, 41
  Analyse eines differenzierten Kommunikationssignals, 68
  Analyse von Signaldetails, 54
  Analyse von Störsignalen, 54
  Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk, 70
  Auto–Setup verwenden, 42
  Automatische Messungen, 42
  Berechnung der Spannungsverstärkung, 47
  Cursor verwenden, 48
  Durchführen von automatischen Messungen, 43
  Durchführen von Cursor–Messungen, 48
  Erfassung eines Einzelschuß–Signals, 56
  Messung der Anstiegszeit, 51
  Messung der Impulsbreite, 50
  Messung der Laufzeitverzögerung, 58
  Messung der Schwingungsamplitude, 49
  Messung der Schwingungsfrequenz, 48
  Mittelwertbildung verwenden, 55
  Nachleuchten, 72
  Optimieren der Erfassung, 57
  Spitzenwerterfassung verwenden, 54
  Triggerung auf ein Video–Signal, 62
  Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite, 60
  Triggerung auf Video–Halbbilder, 63
  Triggerung auf Videozeilen, 64
  Verringern von Störrauschen, 55
  Verwendung der Fensterfunktion, 66
  Verwendung der Mathematikfunktionen, 69
  Verwendung des XY–Modus, 72
  Zwei Signale messen, 46
Anzeige
  Format, 86
  Intensität, 86
  Invertiert, 112

Kontrast, 86
Menü, 86
Meßwertanzeigen, 28
Nachleuchten, 86
Typ, 86
Anzeigen
allgemein, 28
FFT (Math), 119
Assistent zur Tastkopfüberprüfung, 7
AUF 50% SETZEN, Taste, 37
AUF NULL SETZEN, Taste, 36
Auflösung, Fein, 113
AUTO–SETUP, Taste, 38, 79
Auto–Setup–Funktion, 12
Impuls, 82
Rechtecksignal, 82
Sinussignale, 81
Übersicht, 79
Videosignal, 83
Auto–Trigger, 101
Automatische Messungen
„?“ in der Anzeige für Wert, 44
Grundsätzliches, 25

B

Bandbreite, Begrenzung, 112
Bandbreitenbegrenzung, Anzeige, 30
Befehl, abkürzen, 150
Beschreibung, allgemein, 1
Betragsfehler, FFT–Spektrum, 126
Bildschirmdaten
Drucken, 133
Übertragung an ein externes Gerät, 96
Bildschirmtaste, xi
Binärdaten, RS–232–Übertragung, 141
Burst–Signale, 117

C

Centronics–Schnittstelle, 131
CH 1
Stecker, 39
Taste MENÜ, 34
CH 2
Stecker, 39
Taste MENÜ, 34
CH 3
Stecker, 39
Taste MENÜ, 34
CH 4
Stecker, 39
Taste MENÜ, 34
CURSOR, Taste, 38, 84
Cursor
Anwendungsbeispiel, 48
Einstellen, 38
Grundsätzliches, 25
Menü, 84
Messung eines FFT–Spektrums, 126
Messungen, 48
Spannung, 25
Verwendung, 84
Zeit, 25

D

Dämpfung, Tastkopf, 112
Darstellungsart der Signale, 87
DC–Kopplung, 112
DIENSTPGM., Taste, 38
Dienstprogramm, Menü, 110
DISPLAY, Taste, 38, 86
Drehknopf ERWEITERT
Alternativfunktionen, 37, 107
Holdoff–Steuerung, 109

Drehknopf POSITION
  Horizontal, 35
  Vertikal, 34
Drehknopf SEC/DIV, 36, 91
Drehknopf VOLTS/DIV, 34
Drehknöpfe für die Positionierung der CURSOR, 34
DRUCKEN, Taste, 38, 96
Drucken
  Bildschirmdaten, 96, 133
  Überprüfen der Schnittstelle, 133
Drucker, Einstellung, 131
DURCH HILFE SCROLLEN–LED, ix

E

E/A–Fehler, RS–232–Meldung, 141
EINZELFOLGE, Taste, 77
  was nach dem Drücken auf dem Oszilloskop abläuft, 14
Einzelschußsignal, Anwendungsbeispiel, 56
EMV–Zertifizierungen und Konformitätsbestimmungen, 163
Erdung
  Klemmen, 39
  Kopplung, 112
  Markierung, 29
  Tastkopfanschluß, 6
Erdungsleiter für den Tastkopf, 6
ERFASSUNG, Taste, 38, 74
Erfassung
  Anhalten, 78
  Beispiel Einzelschuß, 56
  Live–Anzeige, 78
  Menü, 74
  Modi, 74
Erfassung von Signalen, Grundsätzliches, 17
Erfassungsmodi, 17
  Abtastwert, 17
  Mittelwert, 17
  Spitzenwert, 17
Erfassungsmodus, Indikator, 28
Erweiterungsmodul. *Siehe* TDS2CMA–Modul
EXT TRIG.–Stecker, 39

F

Fehlerprotokoll, 110
Feine Auflösung, 112
Fenster, FFT–Spektrum, 120
Fensteroption, 30
Fensterzeitbasis, 36, 90
FFT, 115, 118
  Funktionen, 93
  Menü, 93
FFT–Aliasing, 122
  Maßnahmen, 123
FFT–Fenster
  Flattop, 122
  Hanning, 122
  Rectangular, 122
FFT–Spektrum
  Anwendungen, 115
  anzeigen, 118
  Fenster, 120
  Messung von Betrag und Frequenz mithilfe von Cursorn, 126
  Meßwertanzeigen, 119
  Nyquist–Frequenz, 117
  Verfahren, 115
  Vergrößern, 124
FFT–Zoom, 118
Flanke, 16

Flankentrigger, 100
Flattop–Fenster, 122
Format, 86
Frequenzcursor, FFT–Spektrum, 126
Funktionen, Übersicht, 2
Funktionsprüfung, 5

G

GPIB, 3, 169
GPIB–Protokoll
  Hinweise zur Netzwerkeinrichtung, 148
  im Vergleich zum RS–232–Standard, 179
  Netzwerkkonfigurationen, 148
  Setup–Optionen, 144
  Überprüfen, 145
GPIB–Schnittstelle, 96
  Anschluß eines Kabels, 144
  Kabel–Teilenummer, 144
  Setup, 143
Grobe Auflösung, 112
GRUNDEINSTELLUNG, Taste, 175
Grundeinstellung
  Abrufen, 97
  Flankentrigger, 176
  Impulstrigger, 177
  Video–Trigger, 176
GRUNDEINSTELLUNG, Taste
  bei behaltene Optionseinstellungen, 178
  Optionen und Einstellungen, 175
Grundfrequenzanteil, 119

H

Handbücher, Bestellen, 170
Hanning–Fenster, 122
Hauptzeitbasis, 36, 90
Hilfesystem, ix
Hilfreiche Meldungen, 30
Hinweise, 31
Holdoff, 92, 109
HOLDOFF–Steuerung, 36
  Zum Aktivieren die Taste MENÜ HORIZ drücken., 109
Horizontal
  Aliasing, Zeitbereich, 20
  große Änderungen vornehmen, 35
  Menü, 90
  Position, 19
  Positionsmarkierung, 29
  Skala, 19
  Status, 111
Hyperlinks in Hilfethemen, x

I

Impuls, Auto–Setup–Funktion, 82
Impulsbreiten–Triggerung, 105
In diesem Handbuch gebrauchte Konventionen, xi
Index mit den Hilfethemen, x
Intensität, 86
Internetadresse, Tektronix, xiii
Invertiertes Signal, Anzeige, 30

K

Kalibrierung, 110
  Automatikprogramm, 10
Kanal, Skala, 30
Kommunikationsanschlüsse, 131
Kommunikationsmodule. *Siehe* TDS2CMA–Modul
Kompensation
  Anschluß für TASTKOPF ABGL, 39
  Assistent zur Tastkopfüberprüfung, 7
  Signalpfad, 111
  Tastkopf, manuell, 8
Kontextbezogene Hilfethemen, ix
Kontrast, 86
Kopplung, 112
  Trigger, 15, 100, 103
  Vertikal, 112, 113

L

Lissajousfiguren, XY–Format, 88

M

Math
  FFT, 115, 118
  Funktionen, 93
  Menü, 93
Massekopplung, 112
MENÜ HORIZ., Taste, 36
MENÜ MATH, Taste, 34
MENÜ TRIG., Taste , 37
Menüs
  Anzeige, 86
  Cursor, 84
  Dienstprogramm, 110
  Erfassung, 74
  Horizontal, 90
  Math–FFT, 118
  Mathematik, 93
  Messung, 94
  Speichern/Abrufen, 97
  Trigger, 99
  Vertikal, 112
Menüsystem, Verwendung, 32
MESSUNG, Taste, 38
Messung, Menü, 94
Messungen
  Abfallzeit, 95
  Anstiegszeit, 95
  Arten, 94
  automatisch, 25, 94
  Cursor, 25, 48
  FFT–Spektrum, 126
  Frequenz, 94
  Grundsätzliches, 24
  Mittelwert, 95
  negative Breite, 95
  Periode, 94
  positive Breite, 95
  Raster, 24
  RMS, 95
  Spitze–Spitze, 95
Meßwertanzeige Wert, „?“ wird angezeigt, 44
Mittelwert, 74, 77
Mittelwertmodus, 17

N

Nachleuchten, 86, 88
Netz, 4
Netzkabel, 4
  Bestellen, 171
Normaler Betrieb, Grundeinstellung abrufen, 13
Normaler Trigger, 101

NTSC, 104
Nyquist, Frequenz, 117

O

Optionen
  Aktionstyp, 33
  Optionstyp, 33
  Seitenauswahltyp, 32
  Typ Zyklische Liste, 32
Optionstaste, xi
Oszilloskop
  Frontplatten, 27
  Funktionsweise, 11
  Spezifikationen, 151–164
  Vorgehen bei Produkt–Auslauf, xii

P

PAL, 104
Pegel, 16, 36
PEGEL–Steuerung, 36
Position
  Horizontal, 90
  Vertikal, 112
Positionierung von Signalen, Grundsätzliches, 18
Produkt–Support, Kontaktinformationen, xiii
Programmieranleitung, Bestellen, 170
Punkte, 86

Q

Quelle
  Ext., 102
  Ext./5, 102
  Netz, 102
  Trigger, 14, 100, 104, 105

R

Rahmentaste, xi
Raster, 24, 86
Rechtecksignal, Auto–Setup–Funktion, 82
Rectangular–Fenster, 122
Referenzsignale
  Anzeige, 30
  Speichern und Abrufen, 98
Reinigung, 173
RM2000 Adapter–Kit, Bestellen, 169
Rollmodus. *Siehe Abtastmodus*
RS–232–Protokoll
  E/A–Fehler, 141
  Fehlerbehebung, 139
  im Vergleich zum GPIB–Standard, 179
  Konventionen, 141
  Setup–Optionen, 136
  Überprüfen, 137
  Unterbrechungssignale, 142
RS–232–Schnittstelle, 131
  Anschluß eines Kabels, 135
  Kabel–Teilenummer, 134
  Pin–Belegung, 142
  Setup, 134
RUN/STOP, Taste, 38, 77
  was nach dem Drücken auf dem Oszilloskop abläuft, 14

S

Schaltflächen, xi
SECAM, 104
Seitenmenü–Taste, xi

Selbst–Kalibr., 10, 110
Service, 110
Service–Support, Kontaktinformationen, xiii
Setups
  Grundsätzliches, 12
  Speichern und Abrufen, 97
Sicherheitsschlaufe, 4
Sicherheitszertifizierungen und –bestimmungen, 164
Signalabtastung, 92, 101
Signale
  Abtasten, 78
  Bedeutung der Darstellungsart, 87
  Burst, 117
  Datenerfassung, 17
  digitalisiert, 17
  Messungen durchführen, 24
  Position, 18
  Skala, 18
  Speichern und Abrufen, 97
  transient, 117
  Vergrößerung, 91
  Verkleinerung, 91
  vom Bildschirm entfernen, 114
  Zeitbereich, 116
Signalpfadkompensation, 111
Sinussignale, Auto–Setup–Funktion, 81
Skalierung von Signalen, Grundsätzliches, 18
Spannungs–Cursor, 25, 84
Speichern
  Setups, 12, 97
  Signale, 98
SPEICHERN/ABRUFEN
  Taste, 38, 97
Spezifikationen
  Oszilloskop, 151–164
  Tastkopf P2200, 165–167
Spitzenwerterfassungsmodus, 17, 74, 76
Sprache, wechseln, 1
Sprachen, 110
Status
  System, 110
  Verschiedenes, 111
Störsignale, 117
Synchronimpuls, 104

T

Tasche, Bestellen, 171
Tastköpfe
  1–fach–Abschwächung und Bandbreitenbegrenzung, 9
  Dämpfung, 112
  Dämpfungsschalter, 9
  Kompensation, 8, 39
  Sicherheit, 6
  Spezifikationen, 165–167
Tastkopfoption, an Tastkopfabschwächung anpassen, 9
TASTKOPFÜBERPRÜFUNG, Taste, 7
TDS2CMA–Modul
  Ausbau, 129
  Einbau, 129
  Einrichten der RS–232–Schnittstelle, 134
  GPIB–Einstellung, 143
Technischer Support, Kontaktinformationen, xiii
Tektronix, Kontaktinformationen, xiii

Telefonnummer, Tektronix, xiii
Transportkoffer, Bestellen, 171
TRIG ANZEIGE, Taste, 37
TRIG ZWANG, Taste, 37
Trigger
  Anzeige, 37, 104
  Arten, 15
  Definition, 13
  extern, 104
  Flanke, 16, 100
  Frequenzanzeige, 30, 101, 106
  Holdoff, 36, 92, 109
  Kopplung, 15, 100, 103
  Menü, 99
  Modi, 15
    Automatisch, 101
    Normal, 101
  Pegel, 16, 36, 99
  Pegelmarkierung, 29
  Polarität, 105
  Position, 16
  Positionsanzeige, 29
  Positionsmarkierung, 29
  Quelle, 14, 30, 100, 105
  Status, 29, 111
  Synchronisation, 104
  Triggerartanzeige, 30
  Video, 104, 105
  Vortrigger–Informationen, 103

U

U in Anzeigen, 85
Unterbrechungssignale,
    RS–232–Protokoll, 142
URL, Tektronix, xiii

V

Vektoren, 86
Vertikal
  Menü, 112
  Position, 18
  Skala, 18
  Status, 111
Video–Trigger, 104
  Anwendungsbeispiel, 62
Videosignal,
    Auto–Setup–Funktion, 83
VOLTS/DIV, berechnetes Signal,
    93
Volts/Div
  Fein, 112
  Grobeinstellung, 112
Vorgehen bei Produkt–Auslauf und
    quecksilberhaltigem Material,
    xii
Vortrigger, 14
Vortrigger–Anzeige, 103

W

Wartungshandbuch, Bestellen, 170
Werkseinstellungen, 175
  Abrufen, 97

X

XY
  Anwendungsbeispiel, 72
  Anzeigeformat, 86, 88

Y

YT, Anzeigeformat, 86

Z

Zeit–Cursor, 25, 84
Zeitbasis, 18
  Anzeige, 30
  Fenster, 36, 90
  Hauptzeitbasis, 36, 90
Zeitbereich, Signal, 116
Zoom, FFT, 124
Zoombereich, 90, 92
Zubehör, 169–172
Zweifachzeitbasis, 36, 90